

**ERP-TUTKIMUS OKSITOSIINIHORMONIN VAIKUTUKSISTA TUNTEIDEN  
HAVAITSEMISEEN PIENTEN LASTEN ÄIDEILLÄ**

**Anneli Kuokkanen  
Psykologian pro gradu -tutkielma  
Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö  
Tampereen yliopisto  
Tammikuu 2017**

KUOKKANEN, ANNELI: ERP-tutkimus oksitosiinihormonin vaikutuksista tunteiden havaitsemiseen pienten lasten äideillä

Pro gradu -tutkielma, 40 s.

Ohjaaja: Mikko Peltola

Psykologia

Tammikuu 2017

---

Vanhemman sensitiivisyydellä tarkoitetaan vanhemman taitoa lukea tarkasti lapsensa tuottamia vihjeitä sekä kykyä vastata näihin vihjeisiin nopeasti ja tarkasti. Oksitosiinihormonin puolestaan tiedetään liittyvän hoivakäyttäytymiseen, kuten hellään kosketukseen ja positiiviseen tunneilmaisuun. Sekä vanhemman sensitiivisyydellä että oksitosiinihormonilla on olennainen rooli kiintymyssuhteen muodostumisessa. Näin ollen onkin tärkeää saada tietoa siitä, kuinka oksitosiini vaikuttaa vanhemman herkkyyteen havaita lapsen kasvot ja kasvojen tunneilmaisut.

Tutkimuksessa selvitettiin, miten intranasaalisen oksitosiinin antaminen vaikuttaa kasvojen havaitsemiseen pienten lasten äideillä. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, ovatko intranasaalisen oksitosiinin vaikutukset kasvojen havaitsemiseen erilaiset riippuen kasvojen iästä ja tunneilmaisusta. Satunnaistettuun kaksoissokkotutkimukseen osallistui yhteensä 52 äitiä, joiden lapset olivat 12–17 kuukauden ikäisiä. Äidit kävivät tutkittavana kaksi kertaa, joista toisella kerralla he saivat nenäsuihkeena lumevalmistetta, toisella kerralla oksitosiinihormonia. Äitien tehtävänä oli tunnistaa näytöllä esitettyjä kasvokuvia, jotka kuuluivat neljään eri kategoriaan: vauvan iloiset kasvot, vauvan surulliset kasvot, aikuisen iloiset kasvot ja aikuisen surulliset kasvot. Samalla mitattiin äitien aivoaktivaatiota kasvokuviin elektroenkefalografiaa (EEG) hyödyntäen. ERP-menetelmällä mitattiin N170-, EPN- ja LPP-jännitevasteita, joiden tiedetään liittyvän keskeisesti kasvojen prosessointiin. Ensimmäinen hypoteesi oli, että äitien vasteet ovat voimakkaampia vauvojen kuin aikuisten kasvokuviin, ja surullisiin kuin iloisein kasvokuviin. Toinen hypoteesi oli, että vasteet vauvojen kasvoihin ovat voimakkaampia oksitosiini- kuin lumetilanteessa. Kolmas hypoteesi oli, että oksitosiinitilanteessa vahvistuisivat vasteet erityisesti vauvojen surullisiin tunneilmaisuihin. Lisäksi oletettiin, että äidin kiintymyssuhdemielikuvat omasta äitisuhteestaan voivat moderoida sitä, kuinka intranasaalinen oksitosiini häneen vaikuttaa. Näin ollen neljäs hypoteesi oli, että oksitosiini voimistaisi vasteita enemmän äideillä, joilla oli alhaiset välttelevän ja ahdistuneen kiintymyksen pistemäärät.

Tutkimuksessa saatiin osittain hypoteeseja tukevia tuloksia. Surulliset kasvot synnyttivät iloisia kasvoja voimakkaammat N170- ja EPN-vasteet. EPN-vaste oli voimakkaampi vauvojen kuin aikuisten kasvokuviin, kun taas N170-vasteeseen kasvojen iällä ei ollut vaikutusta. EPN- ja N170-vasteet olivat voimakkaimmat vauvan surullisiin tunneilmaisuihin. Oksitosiinin havaittiin yleisesti voimistavan EPN-vastetta, kun taas N170-vasteeseen sillä oli marginaalinen, vastetta heikentävä vaikutus. Oksitosiini heikensi N170- ja EPN-vastetta vauvan surullisiin tunneilmaisuihin. Lisäksi oikean aivopuoliskon EPN-vaste oli aikuisten kasvot nähtäessä heikompi oksitosiini- kuin lumetilanteessa. LPP-vasteeseen kasvojen iällä, tunneilmaisulla tai oksitosiinilla ei ollut vaikutusta. Tutkittavien oman äitisuhteen kiintymyssuhdemielikuvien havaittiin muuntavan oksitosiinin vaikutusta; tutkittavilla, joilla oman äitisuhteen välttelevät ja ahdistuneet kiintymyssuhdemielikuvat olivat vähäisiä, oksitosiini heikensi EPN-vastetta. Äideillä, joilla välttelevät kiintymyssuhdemielikuvat olivat vähäisiä, oksitosiini heikensi EPN-vastetta erityisesti vauvan surullisiin tunneilmaisuihin. Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että oksitosiinihormoni vaikuttaa äitien aivoaktivaatioon heidän havainnoidessaan kasvoja ja niillä esiintyviä tunteita.

**Asiasanat:** oksitosiini, vanhemmuus, elektroenkefalografia, ERP

# SISÄLLYS

<b>1. JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Mitä vanhemman sensitiivisyys on?.....	1
1.2. Aivoaktivaatio kasvojen havaitsemisen yhteydessä.....	2
1.3. Vanhemmuuden vaikutukset vauvojen havaitsemiseen .....	3
1.4. Oksitosiini vanhemman sensitiivisyyden taustalla .....	6
1.5. Intranasaalinen oksitosiini ja sen vaikutukset sosiaaliseen käyttäytymiseen .....	7
1.6. Tutkittavan oma kiintymyssuhde oksitosiinin vaikutuksia moderoivana tekijänä.....	9
1.7. Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset .....	10
<b>2. MENETELMÄT .....</b>	<b>12</b>
2.1. Koehenkilöt .....	12
2.2. Tutkimuksen kulku .....	12
2.3. EEG-signaalin rekisteröinti ja aineiston analysointi .....	15
<b>3. TULOKSET.....</b>	<b>16</b>
3.1. N170-vaste.....	16
3.2. EPN-vaste .....	18
3.3. LPP-vaste.....	21
3.4. Kiintymyssuhdemielikuvat ja niiden vaikutus .....	21
<b>4. POHDINTA .....</b>	<b>24</b>
4.1. Iän ja tunneilmaisun vaikutukset kasvojen havaitsemiseen .....	24
4.2. Intranasaalisen oksitosiinin vaikutus kasvojen havaitsemiseen .....	26
4.3. Kiintymyssuhdemielikuvat intranasaalisen oksitosiinin vaikuttavuuden taustalla .....	28
4.4. Tutkimuksen vahvuudet ja rajoitukset .....	29
4.5. Johtopäätökset .....	31
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>34</b>

## **1. JOHDANTO**

Ensimmäisen lapsensa syntyessä ihminen joutuu nopeasti omaksumaan suuren joukon uusia taitoja. Lapsi ei kykene vielä kertomaan, mikä hänellä on hätänä, joten vanhemman on luettava vauvan tuottamia vihjeitä ja arvioitava hänen itkunsa laatua, jotta hän kykenisi vastaamaan lapsensa tarpeisiin ja helpottamaan hänen ahdistustaan. Useissa tutkimuksissa onkin havaittu, että vanhemmat ovat herkistyneet havaitsemaan vauvojen tuottamia vihjeitä. Näin ollen on olennaista kysyä, millaiset hermostolliset tai biologiset mekanismit ovat osaltaan herkistämässä vanhempia näille signaaleille. Oksitosiinihormonilla tiedetään olevan olennainen rooli vanhemmuuteen liittyvän käyttäytymisen taustalla, ja oksitosiinin on havaittu parantavan yleisesti kasvonilmeiden havaitsemista. Tämän tutkimuksen tarkoitus olikin selvittää, virittääkö oksitosiinihormoni vauvaikäisten lasten äitejä havaitsemaan vauvan kasvot aikuisten kasvoja herkemmin.

### **1.1. Mitä vanhemman sensitiivisyys on?**

Vanhemman sensitiivisyys on käsite, joka liittyy vanhemman kykyyn lukea tarkasti lapsensa tuottamia signaaleja ja vihjeitä. Ainsworth, Blehar, Waters ja Wall (1978) määrittelevät vanhemman sensitiivisyyden vanhemman kyvyksi nähdä asiat vauvansa näkökulmasta – vanhempi havaitsee vauvan signaalit herkästi ja tarkasti, ja vastaa näihin signaaleihin nopeasti ja tarkoituksenmukaisesti. Vanhemman sensitiivisyys viittaa myös vanhemman ja lapsen välisen vuorovaikutuksen laatuun (Biringen, Matheny, Bretherton, Renouf, & Sherman, 2000). Vuorovaikutuksen laadulla tarkoitetaan vanhemman kykyä olla lämmin ja rauhoittava lapsen ollessa jännittynyt, hänen neuvottelutaitojaan ristiriitojen syntyessä, taitoaan löytää lasta kiinnostavia leikkejä, sekä kykyään olla tunnepitoisessa vuorovaikutuksessa lapsensa kanssa.

Vanhemman sensitiivisyydellä on suuri merkitys lapsen kehitykselle. Sensitiivisyys on yhteydessä lapsen ja huoltajan väliseen turvalliseen kiintymyssuhteeseen (De Wolff & Van IJzendoorn, 1997). Lisäksi sensitiivisyys vaikuttaa positiivisesti lapsen emotionaaliseen, sosiaaliseen ja kognitiiviseen kehitykseen (Beckwith, Cohen, & Hamilton, 1999; Landry, Smith, Swank, & Miller-Locar, 2000; Stams, Juffer, & van IJzendoorn, 2002). Koska vanhemman sensitiivisyydellä on suuri merkitys hänen jälkeläistensä hyvinvoinnille, olisi luonnollista, että ihmiset olisivat jo valmiiksi herkistyneet havaitsemaan vauvojen tuottamia vihjeitä. Näin näyttäisikin olevan, sillä fyysisiin ominaisuuksiin

perustuvalla vauvaskeemalla (*kindchenschema*) on tärkeä tehtävä sosiaalisessa tiedonkäsittelyssä, joka luo perustan hoivakäyttäytymiselle (Alley, 1981; Glocker ym., 2009). Vauvaskeemaan liittyvät pyöreät kasvot, korkea otsa, suuret silmät, pieni nenä ja suu, pulleat posket ja suuri pää. Brosch, Sander, Pourtois ja Scherer (2008) ovat havainneet, että kuten uhkaa viestivät ärsykkeet, myös hoivakäyttäytymistä viestivät ärsykkeet, kuten vauvat, vetävät ihmisten huomion automaattisesti puoleensa. Taustalla näyttäisi olevan prosessi, jolle olennaista on ärsykkeen biologinen relevanssi – vauvan vetovoiman tarkoitus on todennäköisesti tukea ihmisten jälkeläisten selviytymistä ja kehitystä. Tätä vetovoimaa on mahdollista tarkastella hyödyntäen menetelmiä, jotka mittaavat ihmisten aivoaktivaatiota kasvojen prosessoinnin yhteydessä.

## **1.2. Aivoaktivaatio kasvojen havaitsemisen yhteydessä**

Kasvojen havaitseminen on monimutkainen prosessi, johon vaaditaan useiden eri aivoalueiden yhteistyötä. Haxby, Hoffman ja Gobbini (2000) ovat luoneet mallin, jonka mukaan kasvojen prosessointiin osallistuvat okkipitotemporaalisen aivokuoren kolme aluetta. Inferiorinen päälaenlohko vastaa varhaisesta kasvopiirteiden havaitsemisesta. Ylemmällä ohimourteella on olennainen rooli kasvojen muuttuvien ominaisuuksien, kuten katsesuunnan, ilmeiden ja suun liikkeiden havaitsemisessa (Hoffman & Haxby, 2000). Lateraalinen fusiforminen poimu puolestaan liittyy kasvojen pysyvien piirteiden havaitsemiseen, eli ihmisen henkilöllisyyden tunnistamiseen (Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997).

Kasvojen havaitsemiseen liittyvää aivotoimintaa on tutkittu tarkastelemalla koehenkilöiden aivoaktivaatiota elektroenkefalografiaa ja ERP-menetelmää (*event-related potential*) hyödyntäen. ERP-menetelmä on elektrofysiologinen lähestymistapa aivoaktivaation mittaamiseen. ERP:t eli tapahtumasidonnaiset jännitevasteet ovat ulkoisten tai sisäisten ärsykkeiden tuottamia pieniä muutoksia aivojen sähköisessä aktivaatiossa, ja ne lasketaan aina useiden toistojen keskiarvona (Fabiani, Gratton & Coles, 2000). Jännitevasteita mitatetaan koko pään pinnalta. ERP-menetelmän avulla pystytään mittaamaan informaation prosessointia aivokuorella korkealla ajallisella erottelukyvillä, ja sähköinen aivoaktivaatio tallennetaankin millisekuntien tarkkuudella. Jännitevasteiden ajatellaan syntyvän, kun tuhannet tai miljoonat hermosolut toimivat synkroniassa toistensa kanssa informaation prosessoinnin yhteydessä (Peterson, Schroeder, & Arezzo, 1995). Varhaisimmat analysoidut jännitevasteet, jotka ovat erityisesti riippuvaisia ärsykkeen fyysisistä ominaisuuksista, kuten kirkkaudesta tai kontrastista, näkyvät jo 100 ms ärsykkeen esittämisen

jälkeen – On kuitenkin myös myöhäisempiä vasteita, jotka liittyvät kokonaisvaltaisempaan ärsykkeiden prosessointiin, kuten kasvojen tunnistamiseen. Jännitevasteita voidaan kuvata latenssin, eli vasteiden ilmaantumiseen kestävän ajan, sekä amplitudin, eli vasteiden voimakkuuden, mukaan.

Kasvojen prosessointiin olennaisesti liittyviä vasteita ovat esimerkiksi N170, EPN ja LPP. N170-vaste liittyy visuaalisen prosessoinnin varhaisiin vaiheisiin ja kasvojen rakenteelliseen tunnistamiseen (Eimer & Holmes, 2007). Vaste ilmenee negatiivisena poikkeamana okkipitotemporaalisella aivokuorella n. 150-200 ms ärsykkeen esittämisen jälkeen. EPN-vaste (early posterior negativity) heijastaa valikoivaa tarkkaavaisuutta, ja se ilmenee noin 200-300 ms ärsykkeestä (Junghöfer, Bradley, Elbert, & Lang, 2001; Schupp, Junghöfer, Weike, & Hamm, 2003a; Schupp, Junghöfer, Weike, & Hamm, 2003b). EPN-vaste on erityisen herkkä virittävälle, emotionaaliselle kuvamateriaalille, kuten eroottisia tai voimakkaan negatiivisia aiheita käsitteleville kuville. EPN-vaste liittyy mahdollisesti siihen, kuinka ihmiset kiinnittävät huomionsa emotionaalisesti merkittäviin ja tehtävän kannalta keskeisiin ärsykkeisiin (Hillyard & Anllo-Vento, 1998; Leppänen, Vogel-Farley, Moulson, & Nelson, 2007). LPP-vaste (late positive potential) heijastaa esimerkiksi tuttuuden ja emotioiden havaitsemista, ja sen ajatellaan liittyvän sekä tarkkaavuuden automaattiseen että tietoiseen suuntaamiseen kohti emotionaalisia ärsykeitä (Van Strien, De Sonnevile, & Franken, 2010). Vaste ilmenee erityisesti parietaalisella aivokuorella n. 400-700 ms ärsykkeen esittämisestä.

Vaikka edellä esiteltyt vasteet esiintyvät tyypillisesti kasvojen havaitsemisen yhteydessä, ei tämä tarkoita, että kasvojen havaitsemiseen liittyvät aivotoiminnot olisivat aina täsmälleen samanlaisia. Niin ihmisen fyysisillä ja psyykkisillä ominaisuuksilla kuin kokemuksillakin on vaikutusta kasvojen havaitsemisen synnyttämään aivoaktivaatioon. Tutkimuksissa onkin löydetty viitteitä siitä, että erityisesti kokemus tietynlaisista kasvoista – esimerkiksi vauvan kasvoista – voi muovata havaitsemiseen liittyviä aivotoimintoja (Proverbio, Brignone, Matarazzo, Del Zotto, & Zani, 2006).

### **1.3. Vanhemmuuden vaikutukset vauvojen havaitsemiseen**

Vanhemmat ovat lastensa tunteiden tulkitsemisen asiantuntijoita. Heille on ajankohtaista lukea jatkuvasti vauvansa viestimiä signaaleja. Lapsettomilta aikuisilta tällaista asiantuntijuutta ei sen sijaan vaadita. Onkin luonnollista, että äidit näyttävät olevan vauvojen havaitsemiselle muita aikuisia herkistyneempiä. Äitien havainnointiherkkyys vauvojen tunneilmaisuille on kohonnut lapsettomiin aikuisiin verrattuna, ja vaikka naisten on havaittu yleisesti kiinnittävän huomionsa

voimakkaammin vauvojen kuin aikuisten kasvoihin, ilmiö korostuu äideillä (Proverbio ym., 2006; Thompson-Booth ym., 2014). Mielenkiintoista kyllä, äitien on havaittu kiinnittävän tavanomaista voimakkaammin huomionsa myös aikuisten kasvoihin (Thompson-Booth ym., 2014). Näyttääkin mahdolliselta, että vanhemmuuteen siirtyminen tuottaa laajemman muutoksen sosiaalisten ärsykkeiden havainnoinnissa.

Sosiaalisten ärsykkeiden havainnointi muovautuu todennäköisesti jo raskauden aikana. On havaittu, että raskauden loppuvaiheessa naiset havaitsevat tavallista tarkemmin uhkaa tai surua viestivät emotionaaliset ilmaisut (Pearson, Lightman, & Evans, 2009). Lisäksi raskaana olevien naisten valikoiva tarkkaavuus suuntautuu pelokkaisiin kasvoihin huomattavasti voimakkaammin kuin naisten, jotka eivät ole raskaana (Roos ym., 2012). Tutkijat arvelevat, että kyseessä voi olla evolutiivinen sopeuma, joka valmistaa naista suojelemaan ja hoivaamaan lastaan.

Vauvan kasvojen näkeminen aktivoi ihmisillä erityisesti kasvojen havaitsemiseen erikoistunutta fusiformista poimua sekä visuaalisia ja anteriorisia aivoalueita, jotka kuuluvat aivojen mesokortikaaliseen limbiseen järjestelmään (Kringelbach ym., 2008; Proverbio, Riva, Zani, & Martin, 2011). ERP-menetelmällä mitaten onkin havaittu, että vauvan kasvojen havaitseminen tuottaa voimakkaamman N170-vasteen kuin aikuisten kasvojen havaitseminen (McCarthy, Puce, Gore, & Allison, 1997; Proverbio, Riva, Martin, & Zani, 2010). Olennaista on kuitenkin kysyä, eroaako vauvojen herättämä aivoaktivaatio riippuen siitä, onko havainnoija äiti vai lapseton aikuinen. Proverbio ym. (2006) havaitsivat tutkimuksessaan, että vauvaikäisten lasten äideillä korostui muihin tutkittaviin verrattuna aktivaatio vasemman aivopuoliskon lateraalialueella, joka on erityisen herkkä kasvojen tuttuudelle. Näin ollen eroa vanhempien ja lapsettomien aikuisten välillä voikin selittää osittain se, että vauvan kasvot ovat vanhemmalle tutumpi visuaalinen ärsyke, vaikka kyseessä olisikin vieras vauva.

Äitien ja lapsettomien aikuisten aiovasteet näyttävät poikkeavan toisistaan myös heidän havainnoidessaan vauvojen emotioita. Proverbio ym. (2006) näyttivät tutkittaville kuvia vauvoista, joiden kasvot ilmaisivat erilaisia tunnetiloja. Äideillä P300-vaste, joka liittyy erityisesti tarkkaavuuden suuntaamiseen ja poikkeavien ärsykkeiden prosessointiin, oli voimakkaampi kuin synnyttämättömillä naisilla, ja aktivaatio oli erityisen voimakasta vauvan ahdistuneisiin tunneilmaisuihin. Lisäksi äitien N170-vasteiden voimakkuus riippui selvästi siitä, olivatko vauvan tunneilmaisut lievästi vai voimakkaasti negatiivisia, kun taas lapsettomilta aikuisilta tällaista yhteyttä ei löytynyt. Peltola ym. (2014) puolestaan havaitsivat, että vauvan vahvan intensiteetin emotiot tuottivat äideillä erityisen nopean N1-vasteen oikean aivopuoliskon frontaalilla

aivokuorella. Lisäksi äideillä EPN-vaste korostui vauvan tunneilmaisun ollessa negatiivinen. Tulosten perusteella näyttää todennäköiseltä, että äidit prosessoivat lapsettomia aikuisia tehokkaammin vauvojen tunneilmaisuja.

Vauvan kasvojen havaitseminen tuottaa erilaista aivoaktivaatiota myös riippuen havainnoijan sukupuolesta. Vaikka monien aivovasteiden aktivaatio vauvan kasvoihin näyttää korostuvan lähinnä naisilla, ei tämä tarkoita, etteivät myös miehet olisi herkistyneet vauvojen havaitsemiselle (Proverbio ym., 2006; Proverbio ym., 2010). Vauvan kasvojen onkin havaittu tuottavan isillä synnyttämättömiä naisia voimakkaamman P300-vasteen (Proverbio ym., 2006). Lisäksi isien N170-vasteiden voimakkuuden havaittiin riippuvan siitä, olivatko vauvan tunneilmaisut lievästi vai voimakkaasti negatiivisia – synnyttämättömiltä naisilta tällaista yhteyttä ei löytynyt. Weismanin, Feldmanin ja Goldsteinin (2012) tutkimuksessa tutkittaville puolestaan esitettiin kuvia vauvoista ja maisemista. Miesten P300- ja N170 -vasteet olivat jopa naisten vasteita voimakkaampia vauvojen havaitsemiselle, vaikkakin sukupuolen vaikutus oli tutkimuksessa melko vaatimaton. Näyttää kuitenkin siltä, että myös miehet, ja erityisesti isät, ovat herkistyneitä havaitsemaan vauvojen kasvoja.

Vaikka vanhemmat havaitsevat herkästi vieraita vauvoja, ovat isät ja äidit erityisen sensitiivisiä juuri omalle lapselleen; jos vanhemmille esitetään sekä oman että vieraiden lasten kuvia, heidän vasteensa muiden lasten kuviin voivat olla jopa vaimeampia kuin lapsettomien aikuisten (Weisman ym., 2012). Äideillä huomion kohdentaminen on erityisen voimakasta heidän omien lastensa kasvokuviin, ja aivojen palkkiojärjestelmät aktivoituvat äideillä voimakkaasti heidän nähdessään oman vauvansa kasvot (Grasso, Moser, Dozier, & Simons, 2009; Strathearn, Li, Fonagy, & Montague, 2008). Taustalla onkin mahdollisesti evolutiivinen sopeuma, joka ohjaa vanhempia suuntaamaan voimavaransa oman jälkikasvunsa selviytymiseen ja hyvinvointiin (Belsky, 1997).

Vaikka vanhempien herkkyys vauvojen kasvoille on selitettävissä sekä evolutiivisesti että heidän kokemustensa pohjalta, on epäselvää, millaiset biologiset mekanismit ovat ilmiön takana. Millaiset tekijät aiheuttavat sen, että erityisesti äidit ovat herkistyneitä vauvojen tunteiden havaitsemiselle? Oksitosiini on hormoni ja välittäjäaine, jolla on havaittu olevan olennainen rooli vanhemmuuteen liittyvän käyttäytymisen taustalla. Oksitosiinitason on havaittu myös olevan yhteydessä kohonneeseen herkyyteen havaita ihmisten tunneilmaisuja (Van IJzendoorn & Bakermans-Kranenburg, 2012). Näin ollen näyttää todennäköiseltä, että oksitosiini on ainakin yksi vanhemman sensitiivisyyttä selittävistä tekijöistä.



#### 1.4. Oksitosiini vanhemman sensitiivisyyden taustalla

Oksitosiinihormonin alkuperäinen kreikankielinen nimi *oksys tokos* tarkoittaa nopeaa synnytystä, ja se onkin parhaiten tunnettu roolistaan synnytyksessä ja imetyksessä. Rintaruokinnassa oksitosiini saa rintojen myoepitelialaisen kudoksen supistumaan tuottaen näin maidon virtaamista, ja hormoni vaikuttaa äidin ja lapsen välisen kiintymyssuhteen muodostumiseen osittain imetyksen välityksellä (Carter, 1998). Aivoalueista erityisesti hypotalamuksella on merkittävä rooli oksitosiinin syntetisoinnissa (Lee, Macbeth, Pagani, & Young, 2009). Valtaosa oksitosiinista kulkeutuu aivolisäkkeen takalohkoon, jossa hormonia vapautetaan säätelemään maidontuotantoa ja synnytyksen yhteydessä supistuksia. Oksitosiini vaikuttaa lisäksi lähestymiskäyttäytymiseen ja mahdollisesti parinmuodostukseen, sillä oksitosiinitason on havaittu nousevan seksuaalisen kiihottumisen ja orgasmin aikana (Carmichael ym., 1987). Oksitosiinia vastaanottavia oksitosiinireseptoreita on runsaasti muun muassa Meynertin tyvitumakkeessa, Brocan diagonaalisessa hermokimpussa, hypotalamisen alueen etu- ja takaosissa, kaudaalisessa aivorungossa sekä selkäytimessä (Loup, Tribollet, Dubois-Dauphin, Pizzolato, & Dreifuss, 1989; Loup, Tribollet, Dubois-Dauphin, & Dreifuss 1991).

Oksitosiinihormoni vaikuttaa vanhempien hoivakäyttäytymiseen ja vanhempi-lapsi siteen muodostumiseen. On havaittu, että raskauden aikaiset ja synnytyksen jälkeiset oksitosiinitasot ennustavat äidillistä käytöstä, joka helpottaa lapsen ja äidin välille syntyvän siteen muodostumista (Feldman, Weller, Zagoory-Sharon, & Levine, 2007). Tällaisella käytöksellä tutkijat viittaavat katseeseen, vokalisointiin, positiiviseen tunneilmaisuun, hellään kosketukseen, kiintymykseen liittyviin ajatuksiin ja toistuvaan vauvan hyvinvoinnin tarkistamiseen. Ilmiö ei koske vain äitejä, sillä myös isien oksitosiinitasojen on havaittu olevan yhteydessä vanhemmuuteen liittyvään käyttäytymiseen, kuten positiivisempaan tunneilmaisuun lapsen kanssa leikkiessä (Feldman, Gordon, & Zagoory-Sharon, 2011). Gordon, Zagoory-Sharon, Leckman ja Feldman (2010a) havaitsivat lisäksi, että vanhempien oksitosiinitasot olivat korkeammat puoli vuotta lapsen syntymän jälkeen kuin heti synnytyksen jälkeen. Sukupuolten välillä oli kuitenkin eroja siinä, kuinka oksitosiinitaso vaikutti käyttäytymiseen; äideillä oksitosiinitaso oli yhteydessä esimerkiksi helliin kosketuksiin, ja miehillä puolestaan aktivoivaan vanhemmuuteen, kuten lapsen sijainnin tai asennon muokkaamiseen. Puolisoiden oksitosiinitasot näyttivät myös olevan yhteydessä toisiinsa, ja voikin olla, että yksilön oksitosiinitasolla on vaikutusta myös hänen kumppaninsa oksitosiinitasoon.

Oksitosiini saattaa osaltaan auttaa vanhempaa reagoimaan sensitiivisesti vauvan tarpeisiin, sillä oksitosiini näyttää herkistävän vanhempaa vauvan itkusignaleille. Riem ym. (2011) havaitsivat,

että oksitosiini saattaa heikentää ahdistuneisuuteen liittyvää aivoaktivaatiota ja kasvattaa empatiaan liittyvää aktivaatiota, mikä voi parantaa vanhemman kykyä vastata lapsen itkuun. Carter (1998) on puolestaan ehdottanut, että oksitosiini saattaa vähentää uusiin asioihin kohdistuvaa pelkoa ja vahvistaa prososiaalista käyttäytymistä, mikä näin edesauttaa vastasyntyneen hyväksymistä ja kiintymyssuhteen muodostumista. On myös mahdollista, että oksitosiini vaikuttaa hermojärjestelmään, joka on olennainen lapsen itkun havaitsemisessa (Bos, Hermans, Montoya, Ramsey, & van Honk, 2010). Oksitosiinin vaikutukset siihen, kuinka vanhempi reagoi itkuun, voivatkin johtua useammista eri tekijöistä.

Vaikka itkun tarkoitus on herättää hoivakäyttäytymistä, voi pitkäjaksoinen ja intensiteetiltään voimakas itku herättää vanhemmassa negatiivisia tunnereaktioita, jotka voivat johtaa epäsensitiiviseen vanhemmuuteen, kuten vetäytymiseen tai vihamielisyyteen (Zeifman, 2001). Oksitosiini saattaa osaltaan auttaa vanhempia jaksamaan vauvan häiritseviä itkuäänä, sillä sen on ajateltu madaltavan inhoon ja pelkoon liittyvien hermoyhteyksien, kuten amygdalan, aktivaatiota (Gamer, Zurovski, & Büchel, 2010; Stark ym., 2003). Onkin mahdollista, että oksitosiini madaltaa naisilla amygdalan aktivaatiota heidän kuunnellessaan vauvan itkua, sillä myös rintaruokinnan on havaittu lieventävän stressivasteita (Heinrichs, Neumann, & Ehlert, 2002).

Vaikka oksitosiinihormonilla tiedetään olevan tärkeä rooli vanhemman hoivakäyttäytymisen taustalla, toimii yhteys myös toiseen suuntaan, sillä vanhemman ja lapsen välisen vuorovaikutuksen laatu näyttää vaikuttavan vanhemman oksitosiinitasoon. Aihetta ovat tutkineet Feldman, Gordon, Schneiderman, Weisman ja Zagoory-Sharon (2010), jotka tarkastelivat tutkimuksessaan äidin ja lapsen vuorovaikutuksen vaikutusta äidin oksitosiinitasoon. He havaitsivat, että lapselleen paljon hellyyttä osoittavien äitien oksitosiinitasot nousivat äiti-lapsi vuorovaikutuksen seurauksena. Äideillä, jotka osoittivat niukasti hellyyttä, oksitosiinitasot eivät nousseet vuorovaikutuksen seurauksena. Hellyydellä tutkijat viittasivat äidin jokseenkin pysyvään tyyliin osoittaa lapselleen hellää kosketusta, kuten suukottelua, halauksia ja silityksiä.

### **1.5. Intranasaalinen oksitosiini ja sen vaikutukset sosiaaliseen käyttäytymiseen**

Oksitosiinitason vaikutuksia sosiaaliseen käyttäytymiseen on pystytty arvioimaan tarkemmin hyödyntämällä intranasaalista oksitosiinia, jonka uskotaan voivan ohittaa veri-aivoesteen (Born ym., 2002). Tutkimuksissa, joissa hyödynnetään intranasaalista oksitosiinia, tutkittaville annetaan pieni annos oksitosiinia nenäsuihkeen välityksellä. Tutkimukset ovat rajoittuneet kuitenkin

koskemaan pääasiassa miehiä ja synnyttämättömiä naisia. Valikoituminen johtunee osittain siitä, että pienten vauvojen äideille ei ole haluttu antaa ulkoista oksitosiinia imetyksen vuoksi. Naisten tutkiminen on haastavaa myös sen tähden, että estrogeeni vaikuttaa oksitosiinireseptoreihin, minkä seurauksena intranasaalisen oksitosiinin vaikutukset voivat vaihdella kuukautiskierron ajankohdasta riippuen (Champagne, Diorio, Sharma, & Meaney, 2001; Pedersen, Caldwell, Walker, Ayers, & Mason, 1994). Tästä huolimatta intranasaalisen oksitosiinin avulla on saatu arvokasta tietoa oksitosiinin vaikutuksista sosiaaliseen tiedonkäsittelyyn ja käyttäytymiseen.

Oksitosiinin on arveltu suuntaavan ihmisten huomion korostuneesti silmien alueelle heidän katsellessaan kasvoja. Tällainen huomion suuntaaminen saattaa helpottaa kasvonilmeiden tunnistamista. Intranasaalisesti annettua oksitosiinia onkin havaittu lisäävän aikaa, jonka ihminen käyttää erityisesti silmien alueen tarkasteluun kasvot nähdessään (Guastella, Mitchell, & Dadds, 2008). Oksitosiini näyttää myös parantavan tarkkuutta, jolla ihmiset tunnistavat silmien alueen sosiaalisten vihjeiden pohjalta toistensa tunnetiloja (Domes, Heinrichs, Michel, Berger, & Herpertz, 2007). Tutkimustulosten valossa vaikuttaa siltä, että oksitosiinilla voisi olla merkitystä hoidettaessa häiriöitä, joille ovat ominaisia katsekontaktin välttely ja kasvojen prosessoinnin vaikeudet. Onkin löydetty jo näyttöä siitä, että intranasaalisesti annettu oksitosiini parantaa autismin kirjon häiriöistä kärsivien nuorten emootioiden tunnistamista (Guastella ym., 2010).

Intranasaalisen oksitosiinin on havaittu myös parantavan kasvojen muistamista silloin, kun tunneilmaisu on ollut onnellinen (Guastella, Mitchell, & Mathews, 2008). Positiivisen tiedon muistaminen tukeekin mahdollisesti kiintymistä. Tutkimukset aiheesta ovat ristiriitaisia, sillä Savaskan, Ehrhardt, Schulz, Walter ja Schächinger (2008) puolestaan havaitsivat oksitosiinin parantavan myöhempää identiteetin tunnistusta, mikäli nähdyt kasvot olivat olleet neutraalit tai vihaiset. Näyttää kuitenkin mahdolliselta, että oksitosiini helpottaa kiintymyssuhteen muodostamista tukemalla kasvojen muistamista positiivisten tunneilmaisujen yhteydessä. Romanttisen kiintymyksen ja vanhemman kiintymyksen taustalla ajatellaan olevan samoja mekanismeja, ja oksitosiinihormonin uskotaan vaikuttavan molempiin (Bartels & Zeki, 2004).

Intranasaalisen oksitosiinin on havaittu voimistavan empatiaa ja luottamusta, sekä lisäävän erityisesti ryhmän sisäistä luottamusta ja puolustautuvuutta kilpailevia ulkoryhmiä kohtaan (Bartz ym., 2010a; De Dreu ym., 2010; Hurlemann ym., 2010; Kosfeld, Heinrichs, Zak, Fischbacher, & Fehr, 2005). Luottamuksen lisääntymistä voidaan osittain selittää sillä, että oksitosiini heikentää mahdollisesti uhan havaitsemiseen liittyvää aivoaktivaatiota, kuten amygdalan toimintaa (Kirsch ym., 2005). Esimerkiksi sosiaalisten tilanteiden pelkoon liittyvä korostunut amygdalan aktivaatio

ihmisen nähdessä uhkaavia ärsykeitä, ja näin ollen oksitosiini voisi auttaa lieventämään sosiaaliseen fobiaan liittyviä pelkoreaktioita. Tutkimukset oksitosiinin vaikutuksista amygdalan toimintaan ovat kuitenkin osin ristiriitaisia, ja naisten kohdalla samaa vaikutusta ei ole löytynyt, vaan oksitosiini on jopa kohottanut amygdalan aktivaatiota uhkaaviin ärsykkeisiin (Domes ym., 2010).

Intranasaalista oksitosiinia on hyödynnetty prososiaaliseen käyttäytymiseen keskittyneiden tutkimusten ohella tutkimuksissa, joissa on selvitetty oksitosiinin vaikutusta vanhemmuuteen. Naber, van IJzendoorn, Deschamps, Van Engeland ja Bakermans-Kranenburg (2010) ovat havainneet, että intranasaalinen oksitosiini kohottaa isän taitoa tukea lapsensa autonomiaa ja oppimista, sekä vähentää heidän negatiivisia tunneilmaisujaan lasta kohtaan. Vanhempien kohonneet oksitosiinitasot todennäköisesti myös voimistavat vetovoimaa, jota he tuntevat vauvan kasvoja kohtaan; intranasaalisesti annettua oksitosiinia on havaittu voimistavan aikuisten kokemusta vauvan kasvojen miellyttävyydestä (Marsh ym., 2012). Toisaalta Voorthuisin, Riemin, van IJzendoornin ja Bakermans-Kranenburgin (2014) tutkimuksessa löydettiin viitteitä siitä, että vaikka intranasaalinen oksitosiini parantaa naisilla vauvan emotioiden prosessointia hermostollisella tasolla, se voi mahdollisesti jopa heikentää emotioiden tunnistamistarkkuutta käyttäytymisen tasolla. Oksitosiini ei kuitenkaan vaikuta kaikkiin ihmisiin samalla tavalla, vaan vaikutukset voivat vaihdella yksilöiden välillä.

## **1.6. Tutkittavan oma kiintymyssuhde oksitosiinin vaikutuksia moderoivana tekijänä**

Näyttää mahdolliselta, että tutkittavan suhteella omiin vanhempiinsa on moderoiva rooli siinä, kuinka oksitosiini häneen vaikuttaa. Bartz ym. (2010b) havaitsivat, että intranasaalista oksitosiinia saatuaan tutkittavat, joilla oli paljon kiintymyssuhdemieliin liittyvää ahdistuneisuutta, muistivat äitinsä vähemmän läheisenä ja huolehtivana kuin tilanteessa, jossa he saivat lumevalmistetta, kun taas vähemmän ahdistuneesti kiintyneet muistivat äitinsä läheisempänä ja huolehtivampana oksitosiinia saatuaan.

Onkin arveltu, että lapsuuden kokemukset ja kiintymyssuhteen turvallisuus vaikuttavat siihen, kuinka sensitiivisiä ihmiset ovat oksitosiinin vaikutuksille (Meinlschmidt & Heim, 2007). Esimerkiksi Meinlschmidt ja Heim vertailivat tutkimuksessaan miehiä, jotka olivat joutuneet lapsena eroon vanhemmastaan, ja miehiä, jotka eivät olleet kokeneet tällaista eroa. Tutkijat havaitsivat, että kontrolliryhmän tutkittavien kortosolitasot olivat selvästi matalammat tilanteessa,

jossa he saivat intranasaalista oksitosiinia, kuin tilanteessa, jossa heille annettiin lumevalmistetta. Sen sijaan lapsuudessa vanhemmastaan erotetuilla miehillä oksitosiinin vaikutus kortisolitasoon oli vaimeampi. Tutkijat arvelivatkin, että ero vanhemmasta muovaa ihmisen sensitiivisyyttä oksitosiinin vaikutuksille. Myös Emeny ym. (2015) ovat tutkineet kiintymyssuhteen moderoivaa roolia oksitosiinin vaikuttavuuden taustalla – he tosin viittaavat kiintymyssuhteella myös aikuisuudessa muodostettuun suhteeseen. Tutkimuksessa havaittiin, että turvallisesti kiintyneillä tutkittavilla oksitosiinitasot olivat korkeammat, jos he olivat kokeneet vaikean elämäntapahtuman viimeisen vuoden aikana. Turvattomasti kiintyneillä tällaista yhteyttä ei havaittu. Lisäksi korkea oksitosiinitaso oli ainoastaan turvallisesti kiintyneillä tutkittavilla positiivisesti yhteydessä matalampaan stressin kokemukseen.

Bakermans-Kranenburg, van IJzendoorn, Riem, Tops ja Alink (2012) ovat tutkineet, onko intranasaalisen oksitosiinin vaikutus riippuvainen siitä, millaista kurinpitoa tutkittava on lapsena kokenut. Tutkimuksessa synnyttämättömät naiset puristivat dynamometriä kuunnellessaan vauvan itkua tai naurua. Naisilla, jotka eivät olleet kokeneet fyysistä kurinpitoa lapsuudessa, intranasaalinen oksitosiini madalsi käytettyä puristusvoimaa itkua kuunnellessa. Lapsuudessa fyysistä kurinpitoa kokeneilla naisilla samaa vaikutusta ei sen sijaan löytynyt. Tulokset viittaavat siihen, että fyysistä kurinpitoa kokeneet ihmiset eivät kenties ole yhtä herkkiä intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksille kuin ihmiset, jotka eivät ole kokeneet vastaavaa kurinpitoa. Näyttääkin todennäköiseltä, että ihmisen oma kiintymyssuhde moderoi sitä, missä määrin luonnollinen tai intranasaalisesti annettu oksitosiini häneen vaikuttaa.

### **1.7. Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset**

Vaikka intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksia kasvojen havaitsemiseen ja vanhemmuuteen on tutkittu jonkin verran, on erityisesti äitien tutkimus jäänyt vähäiseksi. Sen vuoksi tämän tutkimuksen otos, joka koostuu vauvaikäisten lasten äideistä, voi tarjota kentälle arvokasta tietoa oksitosiinihormonin vaikutuksista vanhemmuuteen. Oksitosiinia on ehdotettu avuksi esimerkiksi sosiaaliseen jännitykseen ja autismiin. Erityisesti äitien kohdalla merkityksellistä on oksitosiinin mahdollinen rooli imetyksessä, vanhemman ja lapsen välisessä varhaisessa vuorovaikutuksessa ja synnytyksen jälkeisen masennuksen hoidossa (Kim ym., 2014; Stuebe, Grewen, & Meltzer-Brody, 2013). Näin ollen on tärkeää saada lisää tietoa oksitosiinihormonin vaikutuksista äitiyteen.

Tässä tutkimuksessa kiinnostuksen kohteena ovat intranasaalisen oksitosiinihormonin vaikutukset kasvojen prosessointiin, sillä oksitosiinihormonin uskotaan parantavan tunteiden havaitsemista sekä vanhemman sensitiivistä reagointia vauvan tarpeisiin. Oksitosiinin vaikutuksia kasvojen havaitsemiseen tutkitaan analysoimalla ERP:n (*event-related potentials*) EPN-, LPP- ja N170-vasteita äitien katsellessa tunneilmaisuja aikuisten ja vauvojen kasvoilla. Tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena on, parantaako intranasaalinen oksitosiini äitien herkkyyttä havaita kasvot, ja voimistaako se erityisesti vauvojen havaitsemiseen liittyvää aivoaktivaatiota verrattuna aikuisten kasvojen havaitsemiseen. Tutkimuksessa tarkastellaan lisäksi, vaikuttavatko tutkittavan kiintymyssuhdemielikuvat (välttelevyys ja ahdistuneisuus) hänen omasta äidistään siihen, missä määrin intranasaalinen oksitosiini vaikuttaa kasvokuvien tuottamiin vasteisiin; esimerkiksi Bartz ym. (2010b) ovat havainneet kiintymyssuhdemielikuvien muovaavan intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksia.

Tämän tutkimuksen hypoteesit ovat:

1. Tutkittavien EPN-, LPP- ja N170-vasteiden odotetaan olevan voimakkaampia vauvojen kuin aikuisten kasvokuvaan, ja voimakkaampia surullisiin kuin iloisein kasvokuvaan.
2. Tutkittavien EPN-, LPP- ja N170-vasteiden odotetaan olevan voimakkaampia vauvojen kasvokuvaan tutkimuskerralla, jolla he ovat saaneet intranasaalista oksitosiinia, kuin tutkimuskerralla, jolla he ovat saaneet lumevalmistetta.
3. Tutkittavat näkevät iloisia ja surullisia aikuisten ja vauvojen kasvokuvia. Intranasaalisen oksitosiinihormonin odotetaan vahvistavan kasvojen prosessointia erityisesti surua välittäviin vauvojen kasvokuvaan.
4. Intranasaalisen oksitosiinin odotetaan voimistavan vauvan kasvojen tuottamia vasteita enemmän äideillä, jotka määrittelevät välttelevän ja ahdistuneen kiintymyksen matalaksi omassa äitisuhteessaan, kuin äideillä, jotka määrittelevät välttelevän ja ahdistuneen kiintymyksen korkeaksi omassa äitisuhteessaan.

## **2. MENETELMÄT**

### **2.1. Koehenkilöt**

Tutkimukseen osallistui 52 äitiä, joiden lapset olivat ensimmäisen tutkimuskerran ajankohtana 12–17 kuukauden ikäisiä (ka = 14,51, kh = 1,18). Äidit olivat iältään 20–46-vuotiaita (ka = 31,92, kh = 4,98). Aineistoa analysoitaessa tutkimukseen osallistuneista äideistä jätettiin analyysien ulkopuolelle 2 äitiä, joiden ei ollut mahdollista osallistua toiselle tutkimuskäynnille, sekä 3 äitiä, joiden kohdalla aineiston keruu epäonnistui teknisten ongelmien vuoksi. Koehenkilöt rekrytoitiin pyytämällä 2014 maaliskuu- ja lokakuun välisenä aikana Tampereella ja lähikunnissa syntyneiden lasten ja heidän äitiensä yhteystiedot Väestörekisterikeskukselta. Äideille lähetettiin rekrytointikirje, jonka mukana oli valmiiksi maksettu palautuskuori. Kirjeessä heitä pyydettiin lähettämään takaisin yhteydenottolomake, mikäli he olivat kiinnostuneita tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimusavustajat olivat puhelimitse yhteydessä äiteihin, jotka palauttivat yhteydenottolomakkeen.

Tutkimuksen poissulkukriteereitä olivat diagnosoidut mielenterveyden ongelmat, huumeiden tai alkoholin liikkakäyttö, diagnosoitu sydänsairaus, nenän limakalvon vaurio, säännöllinen tupakointi, säännöllinen lääkitys ja raskaus. Myös imetys oli poissulkukriteeri, vaikkakin tutkimukseen otettiin myös kaksi äitiä, jotka olivat lopettamassa imetystä, eivätkä imettäneet enää useammin kuin kerran päivässä.

Ennen ensimmäistä tutkimuskäyntiä äitejä pyydettiin lähettämään kasvokuva lapsestaan. Heitä kehoitettiin myös välttämään kofeiinia sisältävien juomien juomista 4 tuntia ennen tutkimuskäynnin alkua sekä välttämään rasittavaa fyysistä aktiivisuutta ja alkoholin käyttöä 24h ennen tutkimuskäynnin alkua.

Tampereen yliopistollisen sairaalan erityisvastuualueen alueellinen eettinen toimikunta ja Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea ovat antaneet tutkimuksesta myönteisen lausunnon.

### **2.2. Tutkimuksen kulku**

Tutkimus toteutettiin Tampereen yliopiston psykologian oppiaineen Human Information Processing-laboratoriossa. Tutkimuskäynnit toteutettiin toukokuun 2015 ja maaliskuun 2016 välisenä aikana. Äidit kävivät tutkittavana kaksi kertaa, ja molemmat tutkimuskäynnit pyrittiin järjestämään samaan vuorokaudenaikaan. Tutkimusajankohdat pyrittiin myös sopimaan niin, että ne ajoittuivat

kuukautiskierron luteaalivaiheeseen, eli ovulaation ja kuukautisten väliseen aikaan. Käynnit sovittiin noin kuukauden päähän toisistaan.

Toisella tutkimuskerralla äidit saivat oksitosiinia sisältävän nenäsuihkeen ja toisella tutkimuskerralla lumevalmistetta sisältävän nenäsuihkeen. Oksitosiinisuihke oli Syntocinon® -nimistä lääkevalmistetta (Novartis, Sveitsi), joka sisälsi 24 IU oksitosiinia, kun taas lumevalmistesuihke oli vesi-suolaliuosta. Tutkittavat saivat suihketta 0,3 ml kumpaankin sieraimeseen. Suihkeen antamiseen käytettiin LMA MAD Nasal™ -ruiskua, jonka atomisointikärjen tarkoitus on levittää vaikuttava aine mahdollisimman tasaisesti nenän limakalvoille ehkäisten aineen valumisen nieluun. Suihkeen vaikuttamisaika oli vähintään 35 minuuttia ennen tehtävien aloittamista. Tutkimuksessa käytettiin kaksoissokkoasetelmaa; suihkeet valmistettiin ja niiden antamisjärjestys satunnaistettiin Pirkanmaan sairaanhoitopiirin sairaala-apteekissa. Tutkijat saivat tutkimuksen päättyttyä apteekilta tiedon siitä, kummalla kerralla tutkittava oli saanut oksitosiinia ja kummalla lumevalmistetta.

Ensimmäisellä tutkimuskerralla äideille kerrottiin lyhyesti tutkimuksesta ja sen tarkoituksesta, ja heille annettiin myös kirjallinen tiedote tutkimuksesta. Koehenkilöillä oli mahdollisuus lisäkysymysten esittämiseen. Koehenkilöt allekirjoittivat suostumuslomakkeen ja täyttivät sen jälkeen kyselylomakkeen. Kyselyllä kartoitettiin muun muassa tutkittavan nenän terveyteen, kuukautisiin ja imetykseen liittyviä kysymyksiä. Mikäli esteitä nenäsuihkeen antamiselle ei ilmennyt, tutkittava sai seuraavaksi nenäsuihkeen erikseen kumpaankin sieraimeseen. Nenäsuihkeen antamisen jälkeen tutkittava täytti kyselyyn loput taustatietonsa. Kyselyn täyttämisen jälkeen tutkijat suorittivat EEG-rekisteröinnin vaatimat esivalmistelut ennen varsinaisten tehtävien aloittamista.

Äidit tekivät molemmilla tutkimuskerroilla samat tehtävät samassa järjestyksessä. Tutkimustilanne koostui neljästä eri tehtävästä. Kahden ensimmäisen tehtävän ajan tutkittavilta tallennettiin EEG-signaalia, jonka avulla mitattiin tutkittavien aivoaktivaatiota esitettyihin ärsykkeisiin. Ensimmäisessä tehtävässä tietokoneen näytölle tuli neutraaleja tai uhkaavia lauseita, joihin äitejä pyydettiin eläytymään. Jokaisen lauseen jälkeen näytölle tuli kuva tutkittavan omasta vauvasta tai hänelle vieraasta vauvasta. Vieraan vauvan kuvana käytettiin toisten koehenkilöiden lasten kuvia. Jokaiselta tutkittavalta kysyttiin kirjallisesti lupa siihen, saiko hänen lapsensa kuvaa käyttää toisen äidin tutkimuksessa.



Toinen tehtävä oli ERP-tehtävä, johon tässä tutkimuksessa keskitytään. Koehenkilöiltä nauhoitettiin tehtävän ajan EEG-signaalia. Tehtävässä koehenkilöt näkivät aikuisten ja noin 7 kuukauden ikäisten vauvojen kasvokuvia, jotka ilmaisivat joko surua tai iloa. Aikuisten kasvokuvat olivat peräisin Karolinska Directed Emotional Faces -tietokannasta (Lundqvist, Flykt, & Öhman, 1998) ja vauvojen kasvokuvat puolestaan Strathearnin ym. (2008) keräämästä aineistosta. Vauvojen kasvokuvat oli saatu erottelemalla videomateriaalista tunnepitoisia tilanteita – iloiset kasvokuvat saatiin leikkitilanteista ja mielihahan ilmaiset puolestaan jättämällä vauva lyhyeksi hetkeksi yksin. Aikuisilta valittiin iloisten kasvokuvien lisäksi surullisia kasvokuvia, sillä negatiivisista tunneilmaisista surulliset kasvot muistuttavat eniten vauvan mielihahan ilmaisuja.

ERP-tehtävään sisällytettiin 3 aikuisen miehen kuvaa, 3 aikuisen naisen kuvaa, 3 poikavauvan kuvaa ja 3 tyttövauvan kuvaa. Jokainen kuvatyyppe (iloinen vauva, surullinen vauva, iloinen aikuinen, surullinen aikuinen) esitettiin 60 kertaa, joten tutkittava näki yhteensä 240 kasvokuvaa. Kuvat oli jaettu neljään blokkiin, joista jokainen sisälsi 60 kuvaa jokaisesta kuvatyypistä satunnaisessa järjestyksessä. Jokaisen kuvablokin jälkeen seurasi tauko, ja koehenkilö pystyi jatkamaan tehtävää painamalla jotakin edessään olevista napeista. Kaikki kuvat muokattiin vastaamaan toisiaan rajaukseltaan, kooltaan ja luminanssiltaan, ja ne kaikki esitettiin harmaalla pohjalla. Kasvokuvat näytettiin 19-tuuman näytöltä noin 70cm:n katseluetäisyydeltä. Ennen jokaista kasvokuvaa näytöllä esitettiin fiksaatiopiste, jonka kesto oli satunneistettu; piste näkyi ruudulla 550–850 ms ajan. Jokainen kasvokuva näkyi ruudulla 700 ms ajan. Kuvan kadottua ruudulle tuli kysymysmerkki, ja tutkittavan tuli painaa edessään olevista napeista joko iloista tai surullista hymynaamaa sen mukaan, olivatko kasvot hänen mielestään olleet iloiset vai surulliset. Napin painalluksen jälkeen näyttö oli tyhjä 750 ms ajan. Ennen varsinaisen tehtävän aloittamista koehenkilö sai tehdä muutaman harjoitustehtävän, jolloin tutkija oli vieressä seuraamassa ja varmistamassa, että koehenkilö oli ymmärtänyt tehtävänannon oikein. Tehtävän kesto oli noin 12 minuuttia.

Toisen tehtävän jälkeen EEG-elektrodit irroitettiin ja tutkittava sai halutessaan käydä siistiytymässä. Seuraavaksi tutkittava täytti kaksi kyselylomaketta; toinen kartoitti hänen ajatuksiaan vauvaan liittyen, ja toinen oli Fraley'n ECR-RS -kyselylomake (Fraley, Heffernan, Vicary, & Brumbaugh, 2011), jolla selvitettiin koehenkilön ahdistuneita ja vältteleviä kiintymyssuhdemielikuvia hänen omassa äitisuhteessaan. Ahdistuneella kiintymyksellä tarkoitetaan henkilön taipumusta pelätä torjutuksi tai hylätyksi tulemista. Välttelevällä kiintymyksellä viitataan puolestaan henkilön taipumukseen välttää riippuvuutta ja läheisyyttä ihmissuhteissa. Kyselylomake käyttää 7-portaista asteikkoa, jossa arvo 1 tarkoittaa ”olen täysin eri mieltä”, kun taas arvo 7 tarkoittaa ”olen täysin

samaa mieltä”. Vältteleviä kiintymyssuhdemielikuvia selvitettiin esimerkiksi väitteellä ”en mielelläni näytä hänelle, miltä minusta todella tuntuu”, ja ahdistuneita kiintymyssuhdemielikuvia väitteellä ”pelkään, että hän hylkää minut”. Yhteensä väittämiä oli 9. Kyselyiden täyttämisen jälkeen äiti teki vielä kaksi tietokonetehtävää, joiden avulla mitattiin reaktioaikoja kasvoniilmeisiin.

Ensimmäisen tutkimuskäynnin lopuksi sovittiin toinen tutkimuskäynti kuukauden päähän ensimmäisestä. Toisen tutkimuskäynnin lopuksi äideiltä kysyttiin, uskoivatko he jälkimmäisellä tutkimuskäynnillä saaneensa oksitosiinia vai lumevalmistetta, ja kuinka varmoja he olivat vastauksestaan. Tutkittavista 51 % arvasi suihkeiden antamisjärjestyksen oikein, mikä ei eronnut sattumatodennäköisyydestä ( $t(48) = 0.14, p = .89$ ).

### **2.3. EEG-signaalin rekisteröinti ja aineiston analysointi**

EEG-signaalin mittaaminen tapahtui 64-kanavaisen actiCAP-elektrodimyssyn ja QuickAmp-vahvistimen avulla, jolla EEG-signaali vahvistettiin 26.55 -kertaiseksi. Signaali tallennettiin digitaalisesti Vision Recorder -ohjelmalla (Brain Products, Gilching, Saksa) 1000 Hz:n näytteenottotaajuudella. EEG-signaalin tallentamisen jälkeen data suodatettiin kaistanpäästösuodattimella, jolloin 0,5-30 Hz:n ulkopuolelle jääneet taajuudet suodattuivat tarkastelusta pois.

EEG-signaalin lisäksi ERP-tehtävässä mitattiin myös silmänliikkeitä (HEOG), silmänräpäytyksiä (VEOG) ja elektrokardiogrammia (EKG). Silmänliikkeiden ja silmänräpäytysten vaikutukset EEG:hen pystyttiin näin ollen jälkikäteen poistamaan datasta. HEOG- ja VEOG-kanavien datasta muodostettiin algoritmi, jonka avulla silmänliikkeiden EEG-signaaliin aiheuttamia häiriöitä pystyttiin korjaamaan (Semlitsch, Anderer, Shuster, & Presslisch, 1986).

Kunkin tutkittavan EEG-data segmentoitiin jaksoihin, jotka alkoivat 100 ms ennen ärsykekuvan esittämistä ja päättyivät 700 ms ärsykekuvan alkamisajasta. Segmentointi tehtiin neljälle eri ärsykekuvakategorialle. Kategorioita olivat iloinen vauva, surullinen vauva, iloinen aikuinen ja surullinen aikuinen. Segmenteistä poistettiin ne, joissa esiintyi liiaksi artefaktia eli häiriötä. Kaikista kanavista poistettiin segmentit, joiden aikana EEG-amplitudin vaihtelu oli alle 0,5  $\mu\text{V}$  tai yli  $\pm 100 \mu\text{V}$ . Lisäksi segmentit, joissa jännitemuutos oli yli 50  $\mu\text{V}/\text{ms}$ , poistettiin aineistosta. Poistamisen jälkeen segmenttejä jäi keskimäärin 54–55 jokaisesta kuvakategoriasta, kun alun perin segmenttejä oli ollut 60 jokaista kuvakategoriaa kohti. Seuraavaksi kullekin kuvakategorialle laskettiin oma

keskiarvonsa. Tarpeeksi häiriötöntä dataa molemmilla tutkimuskerroilla saatiin 43 äidiltä. Yhteensä 4 tutkittavaa jouduttiin jättämään analyysien ulkopuolelle häiriöllisen datan vuoksi.

N170-vaste saatiin laskemalla 140–240 ms aikavälillä esiintynyt minimiamplitudi okkipitotemporaaliselta aivokuorelta, kanavilta P7 (vasen aivopuolisko) ja P8 (oikea aivopuolisko). EPN-vaste saatiin laskemalla okkipitotemporaaliselta aivokuorelta kanavien P7 ja P8 keskiarvo aikavälillä 210–310 ms. LPP-vaste puolestaan saatiin laskemalla sentroparietaaliselta keskilinjalta CPz-kanavan keskiarvo 400–700 ms ärsykkeen esittämisestä. Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS-ohjelmalla. Toistomittausten varianssianalyysillä selvitettiin, millaisia pää- ja yhdysvaikutuksia aineella (lumevalmiste tai oksitosiini), aivopuoliskolla (oikea tai vasen), havainnoitavan tunneilmaisulla (iloinen tai surullinen) ja havainnoitavan iällä (aikuinen tai vauva) oli N170-, EPN- ja LPP-vasteisiin. Jatkoanalyysissa tarkasteltiin tutkittavan oman äitisuhteen kiintymyssuhdemielikuvien vaikutusta N170-, EPN- ja LPP-vasteisiin. Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään heidän kiintymyssuhdemielikuviansa mediaanipistemäärien perusteella, ja ryhmät asetettiin luokittelevaksi muuttujaksi toistomittausten varianssianalyysissa. Analyysi tehtiin erikseen äitien ahdistuneille ja vältteleville kiintymyssuhdemielikuville.

Toistomittausten varianssianalyysin mahdollisiksi taustamuuttujiksi harkittiin ehkäisypillereiden käyttöä, lasten lukumäärää, äidin ikää ja äidin koulutusta. Lopullisiin analyysihin valittiin mukaan kuitenkin ainoastaan äidin ikä, sillä muiden muuttujien ei havaittu olevan yhteydessä sellaisiin pää- tai yhdysvaikutuksiin, joissa oksitosiini oli mukana. Äidin ikä otettiin huomioon lisäämällä se kovariaatiksi toistettujen mittausten varianssianalyysihin.

### **3. TULOKSET**

#### **3.1. N170-vaste**

Kasvojen tunneilmaisulla oli merkitsevä päävaikutus N170-vasteeseen ( $F(1, 42) = 8.47, p = .006$ ); vaste oli voimakkaampi koehenkilöiden nähdessä surulliset kuin iloiset kasvot ( $p = .001$ ). Kasvojen iällä sen sijaan ei ollut merkitsevää päävaikutusta vasteeseen ( $F(1, 42) = 0.01, p = .940$ ). Kasvojen iällä ja tunneilmaisulla oli kuitenkin merkitsevä yhdysvaikutus ( $F(1, 42) = 7.85, p = .008$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen vauvojen ja aikuisten kasvokuville. Vauvan kasvojen tunneilmaisulla oli merkitsevä päävaikutus N170-vasteeseen ( $F(1, 42) = 11.76, p = .001$ ), ja vaste oli voimakkaampi vauvan surullisiin kuin iloiisiin

kasvokuviin. Aikuisen kasvojen tunneilmaisulla ei havaittu olevan merkitsevää päävaikutusta N170-vasteeseen ( $F(1, 42) = 2.47, p = .123$ ).

Aineella oli marginaalinen päävaikutus N170-vasteeseen ( $F(1, 42) = 3.06, p = .088$ ). Vaste oli kauttaaltaan pienempi oksitosiini- kuin lumetilanteessa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Kasvojen iällä ja aineella ei ollut merkitsevää yhdysvaikutusta ( $F(1, 42) = 0.89, p = .351$ ). Kasvojen iällä, aineella ja aivopuoliskolla oli kuitenkin merkitsevä kolmisuuntainen yhdysvaikutus ( $F(1, 42) = 4.14, p = .048$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen aikuisten ja vauvojen kasvokuville. Aineella ja aivopuoliskolla ei havaittu merkitsevää yhdysvaikutusta N170-vasteeseen vauvojen ( $p = .643$ ) tai aikuisten kasvojen havaitsemisen yhteydessä ( $p = .115$ ). Taulukossa 1 on esitetty aineen, iän ja tunneilmaisun pää- ja yhdysvaikutukset N170-, EPN- ja LPP-vasteisiin.

TAULUKKO 1. Aineen, iän ja tunneilmaisun pää- ja yhdysvaikutukset tutkittavien N170-, EPN- ja LPP-vasteisiin.

Muuttujat	N170		EPN		LPP	
	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<b>Aine</b>	3.06	.088	4.22	.046	1.25	.270
<b>Ikä</b>	0.01	.940	14.33	.000***	2.73	.106
<b>Tunneilmaisu</b>	8.47	.006**	13.26	.001**	0.73	.399
<b>Ikä x tunneilmaisu</b>	7.85	.008**	11.79	.001**	0.14	.713
<b>Ikä x aine</b>	0.89	.351	2.47	.124	1.08	.306
<b>Tunneilmaisu x aine</b>	2.33	.135	2.08	.156	0.00	.972
<b>Tunneilmaisu x aine x ikä</b>	8.23	.006**	9.00	.005**	1.02	.318

\*\*\*  $p < .001$ , \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$

Kasvojen tunneilmaisulla ja aineella ei ollut merkitsevää yhdysvaikutusta N170-vasteeseen ( $F(1, 41) = 2.32, p = .135$ ). Kasvojen iällä, tunneilmaisulla ja aineella havaittiin kuitenkin merkitsevä kolmisuuntainen yhdysvaikutus vasteeseen ( $F(1, 42) = 8.23, p = .006$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen vauvojen ja aikuisten kasvokuville. Tunneilmaisulla ja aineella oli merkitsevä yhdysvaikutus, kun tutkittava näki vauvan kasvot ( $p = .024$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen vauvojen iloisille ja vauvojen surullisille kasvoille. Aineella oli merkitsevä päävaikutus

vauvan surullisten kasvojen tuottamaan N170-vasteeseen ( $F(1, 42) = 5.12, p = .029$ ); N170-vaste oli heikompi oksitosiini- kuin lumetilanteessa. Sen sijaan vauvan iloisten kasvojen tuottamaan vasteeseen aineella ei ollut merkitsevää päävaikutusta ( $F(1, 42) = 0.22, p = .639$ ). Aikuisten kasvojen kohdalla merkitsevää yhdysvaikutusta aineen ja tunneilmaisun väliltä ei löytynyt ( $p = .832$ ). Toistettujen mittausten varianssianalyysi tehtiin kuitenkin erikseen aikuisen iloisille ja surullisille tunneilmaisuille. Analyysistä havaittiin, että aineella oli marginaalinen vastetta heikentävä päävaikutus iloisten aikuisten kasvojen havaitsemisen yhteydessä ( $F(1, 42) = 3.79, p = .058$ ), kun taas surullisten aikuisten kasvojen yhteydessä aineella ei ollut merkitsevää päävaikutusta ( $F(1, 42) = 1.86, p = .180$ ).

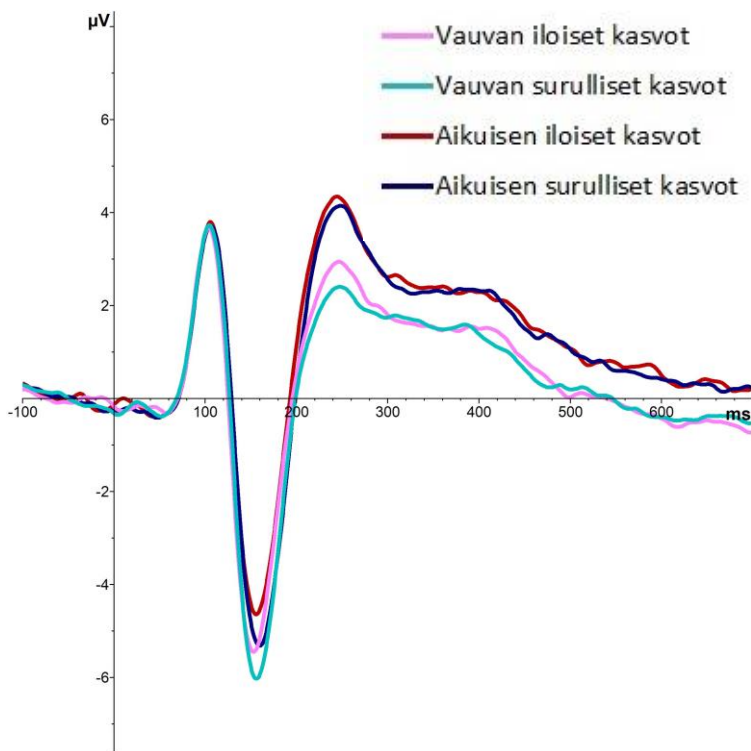
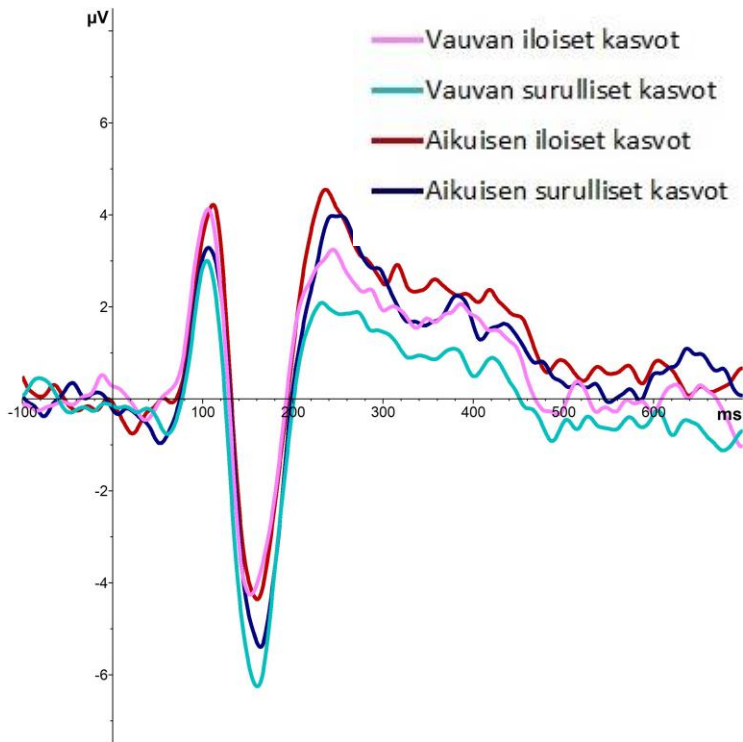
Lisäksi aineella, aivopuoliskolla ja tunneilmaisulla oli merkitsevä yhdysvaikutus vauvan kasvot havaittaessa ( $p = .024$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen vauvan iloisille ja surullisille kasvoille; aivopuoliskolla ja aineella oli merkitsevä yhdysvaikutus N170-vasteeseen vauvan iloisten kasvojen havaitsemisen yhteydessä ( $p = .019$ ), ja oksitosiini vaikutti hieman voimistavan N170-vastetta oikealla aivopuoliskolla. Vaikutuksen takastelemiseksi oksitosiini- ja lumetilanteelle tehtiin toistettujen mittausten t-testi, mutta tilanteiden välillä ei havaittu merkisevää eroa oikealla aivopuoliskolla vauvan iloisten kasvojen havaitsemisen yhteydessä ( $t(43) = -1.23, p = .227$ ). Surulliset vauvan kasvot havaittaessa aineella ja aivopuoliskolla ei ollut merkitsevää yhdysvaikutusta ( $p = .109$ ).

### **3.2. EPN-vaste**

Kasvojen iällä oli merkitsevä päävaikutus EPN-vasteeseen ( $F(1, 42) = 14.33, p < .001$ ) ja EPN-vaste oli negatiivisempi, eli voimakkaampi, vauvojen kuin aikuisten kasvoihin ( $p < .001$ ). Myös tunneilmaisulla oli merkitsevä päävaikutus vasteeseen ( $F(1, 42) = 13.26, p = .001$ ). Surulliset kasvot synnyttivät iloisia kasvoja voimakkaamman EPN-vasteen ( $p = .002$ ). Lisäksi kasvojen iällä ja tunneilmaisulla oli merkitsevä yhdysvaikutus vasteeseen ( $F(1, 42) = 11.79, p = .001$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen vauvojen ja aikuisten kasvokuville. Vauvan kasvojen tunneilmaisulla oli merkitsevä päävaikutus vasteeseen ( $F(1, 42) = 18.05, p < .001$ ), ja vaste oli voimakkaampi vauvan surullisiin kuin iloiseihin kasvoihin. Aikuisten kasvojen tunneilmaisulla ei sen sijaan ollut päävaikutusta EPN-vasteeseen ( $F(1, 42) = 1.52, p = .224$ ).

Aineella havaittiin olevan merkitsevä päävaikutus EPN-vasteeseen ( $F(1, 42) = 4.22, p = .046$ ). Vaste oli oksitosiinitilanteessa negatiivisempi, eli voimakkaampi, kuin lumetilanteessa. Kasvojen iällä ja aineella ei ollut merkitsevää yhdysvaikutusta ( $F(1, 42) = 2.47, p = .124$ ). Kasvojen iällä, aineella ja aivopuoliskolla havaittiin kuitenkin olevan merkitsevä kolmisuuntainen yhdysvaikutus ( $F(1, 42) = 7.80, p = .008$ ). Vauvan kasvokuvien yhteydessä aineella ja aivopuoliskolla ei ollut yhdysvaikutusta ( $p = .179$ ). Aikuisten kasvokuvien yhteydessä aineella ja aivopuoliskolla sen sijaan havaittiin olevan merkitsevä yhdysvaikutus ( $p = .018$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi tehtiin toistomittausten varianssianalyysi erikseen oikealle ja vasemmalle aivopuoliskolle ja havaittiin, että aineella oli merkitsevä päävaikutus EPN-vasteeseen oikealla aivopuoliskolla ( $F(1, 42) = 4.89, p = .032$ ). EPN-vaste oli aikuisten kasvokuvien yhteydessä oikealla aivopuoliskolla oksitosiinitilanteessa heikompi kuin lumetilanteessa. Vasemmalla aivopuoliskolla aineella ei sen sijaan ollut vaikutusta EPN-vasteeseen ( $F(1, 42) = 0.53, p = .471$ ).

Tunneilmaisulla ja aineella ei havaittu olevan yhdysvaikutusta ( $F(1, 42) = 2.08, p = .156$ ). Kasvojen iän, tunneilmaisun ja aineen välillä havaittiin kuitenkin merkitsevä yhdysvaikutus ( $F(1, 42) = 9.00, p = .005$ ). Vauvan tunneilmaisulla ja aineella oli merkitsevä yhdysvaikutus ( $p = .015$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen vauvan surullisille tunneilmaisuille ja vauvan iloisille tunneilmaisuille. Vauvan iloisten tunneilmaisujen yhteydessä aineella ei ollut päävaikutusta EPN-vasteeseen ( $F(1, 42) = 1.30, p = .261$ ). Vauvan surullisten tunneilmaisujen yhteydessä aineella sen sijaan oli merkitsevä päävaikutus vasteeseen ( $F(1, 42) = 8.68, p = .005$ ), ja EPN-vaste oli positiivisempi oksitosiini- kuin lumetilanteessa. Aikuisten kasvokuvien yhteydessä aineella ja tunneilmaisulla ei ollut yhdysvaikutusta vasteeseen ( $p = .716$ ). EPN- ja N170-vasteet lume- ja oksitosiinitilanteessa on esitetty graafisesti kuvassa 1, jossa on eroteltu vasteet kasvojen iän ja tunneilmaisun perusteella.



Kuva 1. Tutkittavien N170- ja EPN-vasteet eriteltynä vauvan iloiisiin kasvoihin, vauvan surullisiin kasvoihin, aikuisen iloiisiin kasvoihin ja aikuisen surullisiin kasvoihin. Ylemmässä kuvassa on esitetty lumetilanne ja alemmassa oksitosiinitilanne. Oikean ja vasemman aivopuoliskon vasteet on yhdistetty, ja käyrät heijastavat okkipitotemporaalisen aivokuoren aktivaatiota. Äidin ikää ei ole huomioitu kovariaattina.

Analyysistä nousi esille myös äidin iän ja aineen yhdysvaikutus EPN-vasteeseen ( $F(1, 42) = 4.39, p = .042$ ). Yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi äidit jaettiin kahteen ikäryhmään: 21–32-vuotiaisiin ja 33–46-vuotiaisiin. Analyysistä havaittiin, että lumetilanteessa 21–32-vuotiaiden äitien EPN-vasteet olivat hieman voimakkaammat kuin 33–46-vuotiaiden äitien. Nuoremmilla äideillä oksitosiini vaikutti heikentävän EPN-vastetta, kun taas vanhemmilla äideillä oksitosiini päinvastoin näytti voimistavan vastetta. On kuitenkin huomioitava, ettei aineen ja äidin iän yhdysvaikutus ollut merkitsevä enää sen jälkeen, kun äidit oli jaettu ikäryhmiin ( $p = .693$ ).

### **3.3. LPP-vaste**

Kasvojen iällä ( $F(1, 42) = 2.73, p = .106$ ) tai tunneilmaisulla ( $F(1,42) = 0.73, p = .399$ ) ei ollut merkitsevää päävaikutusta LPP-vasteeseen. Myöskään oksitosiinin ei havaittu vaikuttavan vasteeseen ( $F(1, 42) = 1.25, p = .270$ ). Merkitseviä yhdysvaikutuksia ei havaittu kasvojen iän ja oksitosiinin ( $F(1, 42) = 1.08, p = .306$ ) tai kasvojen iän, tunneilmaisun ja oksitosiinin välillä ( $F(1, 42) = 1.02, p = .318$ ). Analyysissä ei tullut esille myöskään muita merkitseviä pää- tai yhdysvaikutuksia, jotka olisivat vaikuttaneet LPP-vasteeseen.

### **3.4. Kiintymyssuhdemielikuvat ja niiden vaikutus**

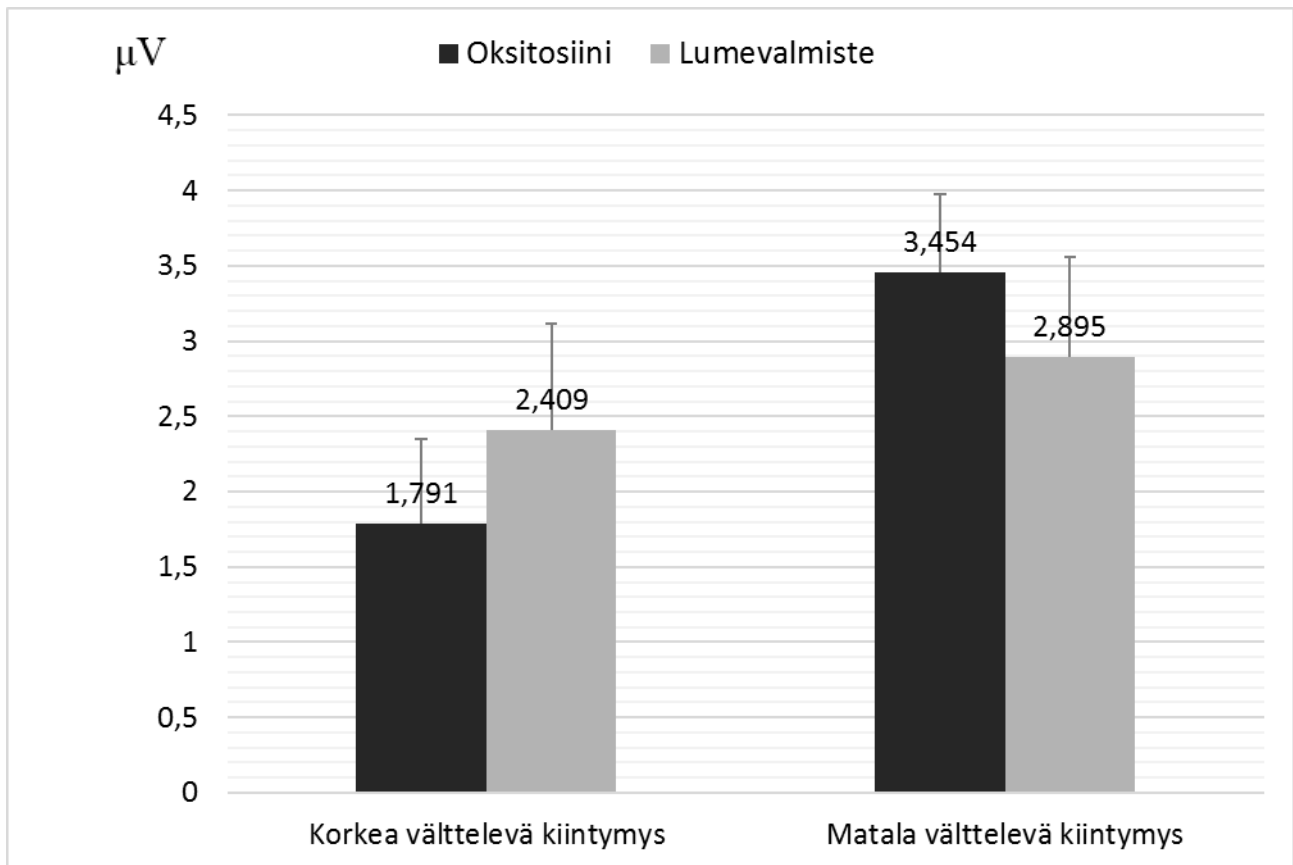
Toistettujen mittauksen t-testillä havaittiin, että koehenkilöiden kiintymyssuhdemielikuvat heidän omasta äitisuhteestaan eivät poikenneet toisistaan oksitosiini- ja lumetilanteen välillä. Koehenkilöiden kiintymyssuhdemielikuvat olivat samanlaisia molemmilla tutkimuskerroilla sekä välttelevän kiintymyksen ( $t(42) = 0.09, p = .929$ ) että ahdistuneen kiintymyksen osalta ( $t(42) = 0.77, p = .449$ ). Koska arvioiden välillä ei ollut merkitseviä eroja tutkimuskertojen välillä, valittiin analyysiin mukaan vain kiintymyssuhdearviot, jotka koehenkilöt olivat tehneet lumevalmistetta saatuaan.

Seuraavaksi koehenkilöt jaettiin heidän mediaanipistemääriensä perusteella korkean ja matalan välttelevän kiintymyksen ryhmään. Matalan välttelevän kiintymyksen ryhmässä oli 23 äitiä, jotka olivat saaneet arviossa vain 1,00–2,33 välttelevyysepistettä. Korkean välttelevän kiintymyksen ryhmässä puolestaan oli 20 äitiä, jotka olivat saaneet 2,42–7,00 välttelevyysepistettä.



Toistomittausten varianssianalyysillä vertailtiin ryhmiä ja selvitettiin, muokkaavatko välttelevät kiintymyssuhdemielikuvat sitä, kuinka oksitosiini vaikuttaa ERP-vasteisiin. Välttelevillä kiintymyssuhdemielikuvilla ja aineella ei ollut yhdysvaikutusta N170-vasteeseen ( $F(1, 40) = 2.81, p = .101$ ) tai LPP-vasteeseen ( $F(1, 40) = 0.00, p = .960$ ). Välttelevillä kiintymyssuhdemielikuvilla ja aineella oli kuitenkin merkitsevä yhdysvaikutus EPN-vasteeseen ( $F(1, 40) = 4.37, p = .043$ ). EPN-vaste oli negatiivisin, eli voimakkain, korkean välttelevän kiintymyksen äideillä heidän saatuaan oksitosiinia ( $ka = 1.791\mu V$ ). Heikoimmillaan EPN-vaste puolestaan oli matalan välttelevän kiintymyksen äideillä heidän saatuaan oksitosiinia ( $ka = 3.454\mu V$ ). Näin ollen oksitosiinin vaikutukset EPN-vasteeseen olivat riippuvaisia siitä, millaiset koehenkilön kiintymyssuhdemielikuvat omasta äidistään olivat. Kiintymyssuhdemielikuvien ja aineen yhdysvaikutus EPN-vasteeseen on havainnollistettu kuvassa 2.

Välttelevien kiintymyssuhdemielikuvien ja aineen yhdysvaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen matalan välttelevän kiintymyksen ja korkean välttelevän kiintymyksen ryhmälle. Matalan välttelevän kiintymyksen ryhmässä aineella oli merkitsevä päävaikutus EPN-vasteeseen ( $F(1, 21) = 4.70, p = .042$ ), ja vaste oli lumetilanteessa negatiivisempi kuin oksitosiinitilanteessa. Lisäksi havaittiin, että matalan välttelevän kiintymyksen ryhmässä aineella, iällä ja tunneilmaisulla oli merkitsevä yhdysvaikutus ( $p = .002$ ). Vaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen vauvojen ja aikuisten kasvoille. Vauvan kasvot nähtäessä aineella ja tunneilmaisulla oli merkitsevä yhdysvaikutus ( $p = .015$ ). Samoin kuin pääanalyysissä, oksitosiini vaikutti heikentävän EPN-vastetta erityisesti vauvan surullisiin tunneilmaisuihin äideillä, joilla oli vähän vältteleviä kiintymyssuhdemielikuvia. Aikuisen kasvot nähtäessä aineella ja tunneilmaisulla ei sen sijaan ollut havaittavaa yhdysvaikutusta EPN-vasteeseen ( $p = .781$ ). Korkean välttelevän kiintymyksen ryhmässä aineella ei ollut merkitsevää päävaikutusta EPN-vasteeseen ( $F(1, 18) = 1.80, p = .197$ ), eikä myöskään aineella, iällä ja tunneilmaisulla havaittu olevan yhdysvaikutusta vasteeseen ( $p = .970$ ). Välttelevillä kiintymyssuhdemielikuvilla, kasvojen iällä ja aineella ei ollut yhdysvaikutusta N170-vasteeseen ( $F(1, 40) = 0.18, p = .671$ ), EPN-vasteeseen ( $F(1, 40) = 0.61, p = .439$ ) tai LPP-vasteeseen ( $F(1, 40) = 0.38, p = .543$ ).



Kuva 2. Intranasaalisen oksitosiinin vaikutus EPN-vasteeseen eroteltuna sen mukaan, olivatko tutkittavien välttelevän kiintymyksen pistemäärät heidän omassa äitisuhteessaan korkeat vai matalat.

Vastaavasti koehenkilöt jaettiin heidän mediaanipistemääriensä perusteella korkean ja matalan ahdistuneen kiintymyksen ryhmään. Matalan ahdistuneen kiintymyksen ryhmässä oli 29 äitiä, jotka olivat saaneet vain yhden ahdistuneisuuspisteen. Korkean ahdistuneen kiintymyksen ryhmässä puolestaan oli 14 äitiä, jotka olivat saaneet 1,17–5,00 ahdistuneisuuspistettä. Toistomittausten varianssianalyysillä vertailtiin ryhmiä ja selvitettiin, muovasivatko ahdistuneet kiintymyssuhdemielikuvat sitä, kuinka oksitosiini vaikutti vasteisiin. Kiintymyssuhdemielikuvilla ja aineella ei ollut yhdysvaikutusta N170-vasteeseen ( $F(1, 40) = 0.62, p = .435$ ) tai LPP-vasteeseen ( $F(1, 40) = 0.63, p = .432$ ). Ahdistuneilla kiintymyssuhdemielikuvilla ja aineella oli kuitenkin merkitsevä yhdysvaikutus EPN-vasteeseen ( $F(1, 40) = 4.50, p = .040$ ). Vaikutuksen tarkastelemiseksi toistomittausten varianssianalyysi tehtiin erikseen matalan ahdistuneen kiintymyksen ja korkean ahdistuneen kiintymyksen ryhmille. Matalan ahdistuneen kiintymyksen ryhmässä aineella oli merkitsevä päävaikutus ( $F(1, 27) = 4.53, p = .043$ ), ja EPN-vaste oli

lumetilanteessa negatiivisempi kuin oksitosiinitilanteessa. Korkean ahdistuneen kiintymyksen ryhmässä aineella ei sen sijaan ollut merkitsevää päävaikutusta ( $F(1, 12) = 0.47, p = .507$ ). Ahdistuneilla kiintymyssuhdemielikuvilla, kasvojen iällä ja aineella ei havaittu olevan yhdysvaikutusta N170-vasteeseen ( $F(1, 40) = 0.28, p = .601$ ), EPN-vasteeseen ( $F(1, 40) = 1.21, p = .279$ ) tai LPP-vasteeseen ( $F(1, 40) = 1.24, p = .272$ ).

#### **4. POHDINTA**

Tutkimuksen tavoite oli selvittää, kuinka oksitosiinihormoni vaikuttaa pienten lasten äideillä kasvojen havaitsemiseen. Tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksista aivoaktivaatioon vauvan kasvojen – ja erityisesti vauvan surullisten tunneilmaisujen – havaitsemisen yhteydessä. Intranasaalisen oksitosiinin suorien vaikutusten lisäksi haluttiin selvittää, voivatko äidin omat kiintymyssuhdemielikuvat muuntaa sitä, kuinka oksitosiinihormoni vaikuttaa kasvojen havaitsemiseen. Oksitosiinin vaikutusten ohella halusimme selvittää myös kasvojen havaitsemista laajemmin ja tarkastella, onko nähtyjen kasvojen iällä tai tunneilmaisulla merkitystä sille, kuinka pienten lasten äidit havaitsevat kasvot. Kasvojen havaitsemisen mittaaminen toteutettiin tutkimuksessa ERP-menetelmän avulla, ja tutkimuksessa tarkasteltiin N170-, EPN- ja LPP-vasteita, joiden tiedetään liittyvän keskeisesti kasvojen prosessointiin. Vasteita mitattiin samalla, kun äidit näkivät neljään kategoriaan kuuluvia kasvokuvia: vauvan iloiset kasvot, vauvan surulliset kasvot, aikuisen iloiset kasvot ja aikuisen surulliset kasvot.

##### **4.1. Iän ja tunneilmaisun vaikutukset kasvojen havaitsemiseen**

Tutkimuksen ensimmäinen oletus oli, että vauvojen kasvokuvat synnyttävät äideillä voimakkaampia ERP-vasteita kuin aikuisten kasvokuvat. Oletus perustui aikaisempiin tutkimuksiin, joissa on havaittu, että naiset kiinnittävät huomionsa aikuisten kasvoja voimakkaammin vauvan kasvoihin, ja erityisen voimakkaasti kasvojen iän vaikutus kasvojen havaitsemiseen ilmenee äideillä (Thompson-Booth ym., 2014). Lisäksi on havaittu, että naisilla N170-vasteet ovat voimakkaampia vauvojen kuin aikuisten kasvokuviiin (McCarthy ym., 1997; Proverbio ym., 2010).

Tämän tutkimuksen tulokset olivat osittain yhdenmukaiset Thompson-Boothin ym. (2014) havaintojen kanssa; havaitsimme, että äitien EPN-vasteet olivat voimakkaampia koehenkilöiden nähdessä vauvojen kasvokuvia kuin heidän nähdessään aikuisten kasvokuvia. EPN-vasteen

ajatellaan heijastavan erityisesti valikoivaa tarkkaavaisuutta ja huomion kohdentamista tehtävän kannalta keskeiseen ärsykkeeseen. Näin ollen näyttäisikin, että äidit kohdentavat tarkkaavaisuutensa herkemmin vauvojen kuin aikuisten kasvoihin.

Muiden vasteiden osalta vastaavia tuloksia ei kuitenkaan löytynyt. Vastoin odotuksia N170-vaste, joka liittyy varhaiseen kasvojen rakenteelliseen tunnistamiseen, oli voimakkuudeltaan samanlainen riippumatta kasvokuvien iästä. Tulos on ristiriidassa aikaisemman tutkimustiedon kanssa, jonka mukaan nähtyjen kasvojen ikä muovaa N170-vastetta (McCarthy ym., 1997; Proverbio ym., 2010). Eroa aikaisempiin tutkimuksiin voi mahdollisesti selittää se, että tässä tutkimuksessa koehenkilöt olivat kaikki pienten lasten äitejä. Vanhemmuuteen siirtymisen on havaittu vaikuttavan sosiaaliseen prosessointiin, ja äidit näyttävät kiinnittävän tavanomaista voimakkaammin huomionsa myös aikuisten kasvoihin (Thompson-Booth ym., 2014). Näin ollen on kenties mahdollista, että pienten lasten äideillä myös aikuisten kasvojen prosessointi aivokuorella on voimistunut siinä määrin, että ero aikuisten ja vauvojen kasvojen tuottaman aivoaktivaation välillä on jopa pienentynyt.

Kasvojen iän lisäksi tunneilmaisun oletettiin olevan vasteisiin vaikuttava tekijä. ERP-vasteiden odotettiin olevan voimakkaampia kasvojen surullisiin kuin kasvojen iloiseen tunneilmaisuihin. Oletus perustui aikaisempiin tutkimuksiin, joissa on havaittu, että jo raskauden aikana naiset havaitsevat tavallista tarkemmin uhkaa, surua tai pelkoa viestivät emotionaaliset ilmaisut (Pearson ym., 2009; Roos ym., 2012). Lisäksi on havaittu, että äideillä P300-vaste, joka vastaa pitkälti LPP-vastetta, on erityisen voimakas vauvan ahdistuneiden tunneilmaisujen yhteydessä (Proverbio ym., 2006).

Tässä tutkimuksessa nähdyt surulliset kasvot synnyttivät äideillä iloisia kasvoja voimakkaammat EPN- ja N170-vasteet. Lisäksi havaittiin, että sekä EPN- että N170-vasteet olivat voimakkaimmillaan vauvan surullisten kasvokuvien yhteydessä. Tulokset tukevat aikaisempien tutkimusten havaintoja siitä, että äidit ovat erityisen sensitiivisiä vauvojen ahdistuneille tunneilmaisuille. Tulosten voidaankin nähdä tukevan myös ajatusta siitä, että herkkyyden taustalla on mahdollisesti evolutiivinen sopeuma, joka ohjaa äidin huomiota vauvan hoivaamiseen ja suojelemiseen.

#### **4.2. Intranasaalisen oksitosiinin vaikutus kasvojen havaitsemiseen**

Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että oksitosiinihormonilla on tärkeä rooli vanhemman ja lapsen välisen suhteen muodostumisessa. Jo äitien raskaudenaikaisten oksitosiinitasojen on havaittu ennustavan äidillistä käytöstä, kuten helliä kosketuksia (Feldman ym., 2007). Intranasaalisen oksitosiinin on myös havaittu lisäävän aikuisten kokemusta vauvan kasvojen miellyttävyydestä (Marsh ym., 2012), mikä todennäköisesti lisää vauvan kasvoja kohtaan tunnettua vetovoimaa. Aikaisempiin tutkimuksiin pohjautuen oletimme, että vauvan kasvojen tuottamat ERP-vasteet tulevat olemaan oksitosiinitilanteessa voimakkaampia kuin lumetilanteessa. Odotuksista poiketen tällaisia vaikutuksia ei havaittu. Oksitosiinin havaittiin voimistavan EPN-vastetta ja puolestaan hieman heikentävän N170-vastetta riippumatta kasvojen iästä. Kasvojen iän itsessään ei havaittu vaikuttavan siihen, kuinka oksitosiini muovasi vasteita. Tästä huolimatta intranasaalisen oksitosiinin havaittiin muovaavan aikuisten ja vauvojen kasvojen havaitsemista hiukan eri tavoin, kun vasenta ja oikeaa aivopuoliskoa vertailtiin erikseen; aikuisen kasvoihin ainoastaan oikealla puolella aivoja ilmeni EPN-vasteen heikentymistä oksitosiinitilanteessa, kun taas vauvan kasvoihin aivopuoliskojen välillä ei ollut eroa.

Waller ym. (2015) havaitsivat, että heidän tutkimansa ERP-vasteet olivat tutkittavilla erityisen voimakkaita heidän omaan lapseensa. Taustalla tutkijat ajattelivat olevan ärsykkeen emotionaalisen merkityksen arvioinnin ja havaitsemisen aikaansaamien muistirepresentaatioiden aktivaation. Yllättävää kyllä, oksitosiini heikensi oman lapsen kasvoihin liittyvää aktivaatiota erityisesti vasemmalla puolella aivoja. Samassa tutkimuksessa oksitosiinin ei kuitenkaan havaittu muuntavan N170-vastetta, ja tutkijat arvelivatkin, etteivät oksitosiinin vaikutukset näy nopeasti syntyvissä vasteissa, jotka heijastavat kasvojen kokonaishahmon visuaalista prosessointia. Myös Wittfoth-Schardt ym. (2012) havaitsivat oksitosiinin heikentävän palkitsemiseen ja kiintymykseen liittyvien aivoalueiden aktivaatiota vasemmalla puolella aivoja sekä omien että vieraiden lasten kuviin. Campbell (2010) onkin todennut, että yksi oksitosiinin keskeisistä tehtävistä on fysiologisten vasteiden vaimentaminen niiden ollessa suoraan yhteydessä somaattiseen tai psykologiseen hyvinvointiin. Näin ollen oksitosiini saattaisikin liittyä pikemminkin sosiaalisten vihjeiden tuottamien automaattisten neurofysiologisten vasteiden vaimentamiseen kuin niiden vahvistamiseen, mikä voisi puolestaan vähentää sosiaalista välttämistä ja lisätä näin sosiaalista tukea ja yksilön hyvinvointia (Wittfoth-Schardt ym., 2012). Ajatus voisi selittää sitä, miksi intranasaalinen oksitosiini hieman heikensi tutkittavien N170-vasteita. Toisaalta myös tutkijoiden esittämä ajatus, jonka mukaan oksitosiinin vaikutus ei näy niinkään N170-vasteen kaltaisissa

nopeissa vasteissa, voi selittää tulosta; intranasaalisen oksitosiinin vaikutus vasteeseen ei ollut tutkimuksessamme tilastollisesti merkitsevä.

Oksitosiinin on ajateltu parantavan vanhemman kykyä vastata sensitiivisesti lapsensa tarpeisiin ja herkistävän vanhempaa vauvan itkusignaaleille. Oksitosiinin on havaittu mahdollisesti kasvattavan empatiaan liittyvää aivoaktivaatiota, mikä parantaisi puolestaan vanhemman kykyä vastata sensitiivisesti lapsen ahdistukseen (Riem ym., 2011). Näin ollen oletimme, että tutkimamme ERP-vasteet olisivat voimakkaimmillaan oksitosiinitilanteessa tutkittavien nähdessä surua ilmaisevat vauvan kasvot. Tässä tutkimuksessa vauvan tunneilmaisun havaittiinkin moderoivan sitä, kuinka intranasaalinen oksitosiini vaikutti N170- ja EPN-vasteisiin, kun taas aikuisten tunneilmaisut eivät muovanneet oksitosiinin vaikutuksia. Odotusten vastaisesti intranasaalisen oksitosiinin ei kuitenkaan havaittu vahvistavan vasteita vauvan surullisiin kasvoihin, vaan oksitosiini päinvastoin heikensi vasteita vauvan surullisiin kasvoihin. Iloisten vauvan kasvojen havaitsemiseen liittyviä vasteita aine ei muuttanut, vaikka oksitosiini vaikuttikin hieman voimistavan N170-vastetta oikealla aivopuoliskolla.

Tulokset olivat odottamattomat, mutta aikaisempien tutkimusten valossa on mahdollista perustella, miksi oksitosiini heikentäisikin vasteita vauvan surullisiin kasvoihin, ja kenties jopa voimistaisi niitä vauvan iloiisiin kasvoihin. Guastella ym. (2008) ovat havainneet intranasaalisen oksitosiinin parantavan kasvojen muistamista kasvojen tunneilmaisun ollessa onnellinen. Positiivisten tunneilmaisujen parempi muistaminen tukee kenties kiintymistä ja helpottaa kiintymyssuhteen muodostamista. Näin ollen intranasaalinen oksitosiini saattaa herkistää äitejä vauvojen positiivisille tunneilmaisuille, ja helpottaa näin vanhempi-lapsi suhteen muodostumista. Vaikka tässä tutkimuksessa intranasaalisen oksitosiinin ei havaittu merkitsevästi vahvistavan vasteita iloiisiin kasvoihin, oksitosiini vaikutti kuitenkin hieman voimistavan N170-vastetta vauvan iloiisiin kasvoihin oikealla aivopuoliskolla.

Toisaalta Campbell (2010) on todennut oksitosiinin vaimentavan fysiologisia vasteita niiden ollessa suoraan yhteydessä somaattiseen tai psykologiseen hyvinvointiin. Usein tällaiset vasteet liittyvät esimerkiksi kipuun tai stressiin. Myös Bos, Montoya, Hermans, Keysers ja van Honk (2015) ovat havainneet, että intranasaalinen oksitosiini odotusten vastaisesti vaimentaa tutkittavien kipuun liittyvää aivoaktivaatiota heidän katsellessaan videoita, joissa ihmiset kokevat kipua. On mahdollista, että pienten lasten äideillä vauvan surulliset tunneilmaisut nostavat niin voimakkaasti heidän vireystilaansa, että oksitosiinin tehtävä on odotusten vastaisesti vaimentaa tällaista reaktiota. Vasteiden vaimeneminen voi puolestaan tukea sensitiivistä vanhemmuutta; oksitosiinin on havaittu

madaltavan vanhemman stressivasteita vauvan itkua kuunnellessa ja parantavan näin kenties hänen kykyään vastata sensitiivisesti vauvan itkuun (Heinrichs ym., 2002; Riem ym., 2011). Näin ollen olisi johdonmukaista, että kuten itkua kuunnellessa, myös vauvan surulliset kasvot nähtäessä oksitosiini voi lieventää vanhemman kohonnutta vireystilaa, ja auttaa näin vanhempaa jaksamaan vauvan negatiivisia tunneilmaisuja.

#### **4.3. Kiintymyssuhdemielikuvat intranasaalisen oksitosiinin vaikuttavuuden taustalla**

Aikaisemmissa tutkimuksissa koehenkilön kiintymyssuhteen omaan vanhempaan on havaittu muovaavan sitä, kuinka intranasaalinen oksitosiini häneen vaikuttaa. Koehenkilöt, jotka ovat ahdistuneesti kiintyneitä, ovat muistaneet äitinsä jopa vähemmän huolehtivaksi silloin, kun heille on annettu oksitosiinia, kun taas matalan ahdistuneen kiintymyksen omaavilla koehenkilöillä vaikutus on ollut päinvastainen (Bartz ym., 2010b). Lisäksi on havaittu, etteivät fyysistä kurinpittoa lapsuudessaan kokeneet naiset ole kenties yhtä herkkiä oksitosiinille; intranasaalinen oksitosiini ei tuota heillä samanlaisia reaktioita vauvan itkua kuunnellessa kuin naisilla, jotka eivät ole kokeneet fyysistä kurinpittoa (Bakermans-Kranenburg ym., 2012). Aikaisempiin tutkimustuloksiin perustuen yksi tämän tutkimuksen hypoteeseista olikin, että äitien omat kiintymyssuhdemielikuvat liittyvät siihen, kuinka oksitosiini vaikuttaa heidän kasvojen havaitsemiseensa. Oletimme, että vasteet vauvan kasvoihin vahvistuisivat erityisesti äideillä, joilla on vähän kiintymyssuhdemielikuviin liittyvää välttelyä ja ahdistuneisuutta.

Tässä tutkimuksessa kiintymyssuhdemielikuvien havaittiin muovaavan intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksia EPN-vasteeseen, joka liittyy huomion suuntaamiseen emotionaalisesti ja tehtävän kannalta merkittäviin ärsykkeisiin. Tulokset olivat osin hypoteesin mukaiset. Intranasaalinen oksitosiini vaikutti matalan välttelevän ja matalan ahdistuneen kiintymyksen ryhmissä kasvojen havaitsemiseen, ja korkean välttelevän ja korkean ahdistuneen kiintymyksen ryhmissä vastaavaa vaikutusta ei löytynyt. Vastoin odotuksia intranasaalisen oksitosiinin havaittiin kuitenkin heikentävän EPN-vasteita sekä äideillä, jotka kuuluivat matalan välttelevän kiintymyksen ryhmään, että äideillä, jotka kuuluivat matalan ahdistuneen kiintymyksen ryhmään. Oksitosiini heikensi erityisesti matalan välttelevän kiintymyksen ryhmän EPN-vasteita vauvan surullisiin kasvoihin. Tulos on samansuuntainen päätulosten kanssa, joiden mukaan oksitosiini heikensi N170- ja EPN-vasteita vauvan surullisiin kasvoihin. Näyttääkin siltä, että oksitosiinin ERP-vasteita heikentävä vaikutus ilmeni erityisesti äideillä, jotka kokivat kiintymyssuhteen omaan äitiinsä hyväksi.

Vaikka tulos on yllättävä, ovat esimerkiksi Waller ym. (2015) havainneet oksitosiinin heikentävän aivoaktivaatiota oman lapsen kuvaan turvallisesti kiintyneillä isillä. Tutkijat tulkitsivat tulosten liittyvän mahdollisesti siihen, että oksitosiini vaimentaisi neurofysiologisia vasteita ja tukisi tätä kautta lähestymismotivaatiota. Oksitosiinin onkin ehdotettu vaimentavan vasteita, jotka liittyvät esimerkiksi kivun tai stressin kokemiseen (Campbell, 2010). Edellä pohdittiin, että pienten lasten äidit kokevat kenties vauvan surulliset kasvot niin voimakkaasti, että oksitosiinin on tarkoitus lieventää niiden tuottamia vasteita. Onkin mahdollista, että ilmiö esiintyy erityisesti äideillä, joiden oma kiintymyssuhde on hyvä. Äiti, joka on saanut itse kokea sensitiivistä vanhemmuutta, on todennäköisemmin myös itse herkkä vauvan lähettämille mielipahan signaaleille – oksitosiinin mahdollinen virittyneisyyttä vaimentava vaikutus voisi näin ollen olla hänelle erityisen tärkeä. Toisaalta korkean välttelevän kiintymyksen äideillä intranasaalisen oksitosiinin vaikutus näytti olevan päinvastainen kuin matalan välttelevän kiintymyksen äideillä. Korkean välttelevän kiintymyksen äideillä ero oksitosiini- ja lumetilanteen välillä ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Tästä huolimatta havainto voi mahdollisesti tukea Bartzin ym. (2010b) tuloksia, joiden perusteella näyttää siltä, että oksitosiinin vaikutukset voivat olla jopa päinvastaiset riippuen siitä, millainen tutkittavan kiintymyssuhde omaan vanhempaan on ollut.

Ongelmallista tutkimuksen kannalta oli se, että valtaosa äideistä sai hyvin matalia ahdistuneen ja välttelevän kiintymyksen pistemääriä. Suurimmalla osalla äideistä kiintymyssuhdemielikuvat olivat myönteisiä, minkä johdosta jakauma oli epätasainen. Koska tutkittavat jaettiin kiintymyssuhdemielikuvien perusteella vain kahteen jokseenkin samankokoiseen ryhmään, joutui korkean välttelevän ja ahdistuneen kiintymyksen ryhmään äitejä, joiden pistemäärät saattoivat olla vain hiukan yli yksi. Lisäksi ahdistunutta kiintymystä arvioidessa ryhmistä tuli hyvin eri kokoiset, sillä valtaosa tutkittavista oli saanut vain yhden ahdistuneisuuspisteen. Koska aidosti korkeita pistemääriä saaneita äitejä oli vain vähän, väärästi ryhmien välistä vertailua todennäköisesti se, että korkean ahdistuneisuuden ja välttelevyyden ryhmässä oli lukuisia äitejä, joiden pistemäärät olivat todellisuudessa hyvinkin matalat.

#### **4.4. Tutkimuksen vahvuudet ja rajoitukset**

Tutkimuksen suurimmaksi vahvuudeksi voidaan nähdä toistomittausasetelma. Koska jokainen äiti toimi omana verrokkinaan, eivät tuloksiin päässeet vaikuttamaan yksilöiden väliset erot, kuten oksitosiinin yksilöllinen, luonnollinen määrä kehossa. Koehenkilöiden sisäinen vertailu mahdollisti



sen, että monia ryhmien väliseen vertailuun liittyviä haasteita kyettiin välttämään. Tutkimuksen toinen merkittävä vahvuus oli suuri otoskoko. Tutkimukseen osallistui yhteensä 52 äitiä. Koska kyseessä on laboratoriossa toteutettu toistomittausasetelma, voidaan tällaista otoskokoa pitää erittäin hyvänä. Sen vuoksi onkin perusteltua sanoa, että tutkimuksemme tuloksia voidaan jokseenkin luotettavasti yleistää koskemaan myös muiden pienten lasten äitien kasvojen havaitsemista.

Otoskoon lisäksi tutkimuksemme otokseen liittyi myös muita vahvuuksia – nimittäin otoksemme ainutlaatuisuus. Vaikka intranasaalista oksitosiinia ja sen roolia tunteiden havaitsemisen taustalla on ehditty tutkia runsaasti, ovat koehenkilöt useimmiten olleet isiä, lapsettomia aikuisia tai vanhempien lasten äitejä. Koska oksitosiinin tiedetään vaikuttavan kiintymyssuhteen muodostumiseen, on tärkeää saada lisää tietoa siitä, kuinka oksitosiini vaikuttaa vauvaikäisten lasten vanhempiin. Tässä tutkimuksessa otos koostui poikkeuksellisesti vauvaikäisten lasten äideistä, ja näin ollen tutkimuksella on mahdollisuus tarjota kentälle aivan uutta tietoa oksitosiinin roolista vanhemmuuden taustalla. Lisäksi ERP-tutkimuksia, joissa olisi tutkittu intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksia aivotoimintaan, on vielä hyvin vähän. ERP-tutkimuksien avulla voidaan kuitenkin saada ajallisesti hyvin tarkkaa tietoa tutkittavien aivoaktivaatiosta.

Tutkimuksen kannalta suuri haaste olivat koehenkilöiden epäsäännölliset kuukautiskierrot. Intranasaalista oksitosiinia on haastavaa hyödyntää tutkittaessa naisia, sillä intranasaalisen oksitosiinin vaikuttavuus ja luonnollisen oksitosiinin määrä voivat vaihdella kuukautiskierron eri vaiheissa (Champagne ym., 2001; Pedersen ym., 1994). Vauvaikäisten lasten äideistä monet kertoivat, että heidän kuukautiskierronsa oli epäsäännöllinen tai kuukautiset olivat jopa jääneet kokonaan pois. Vaikka ensimmäiset tutkimuskäynnit pyrittiin sopimaan kuukautiskierron luteaalivaiheeseen ja seuraavat tutkimuskäynnit noin kuukauden päähän ensimmäisestä tutkimuskäynnistä, on mahdollista, että äitien luonnolliset oksitosiinitasot eivät ole olleet identtiset molemmilla tutkimuskerroilla.

Tutkimuksen rajoituksena voidaan pitää myös sitä, että tutkittavien näkemät ilon ja surun tunneilmaisut olivat intensiteetiltään voimakkaita. Vanhemman sensitiivisyyden käsitteeseen kuuluu keskeisesti vanhemman herkkyys havaita lapsen kasvoilla näkyviä hienovaraisia signaaleja (Ainsworth ym., 1978). Koska tässä tutkimuksessa kasvojen tunneilmaisut olivat voimakkaita, on tulosten pohjalta haastavaa tehdä johtopäätöksiä siitä, millainen oksitosiinin mahdollinen rooli vanhemman sensitiivisyyden taustalla on. On kuitenkin huomioitava, ettei sensitiivisyys ole näin yksioikoinen käsite, vaan vanhemman sensitiivisyydellä viitataan myös vanhemman ja lapsen

välisen vuorovaikutuksen laatuun, sekä vanhemman kykyyn vastata tarkasti vauvan lähettämiin signaaleihin (Biringen ym., 2000). Näin ollen myös tässä tutkimuksessa esitettyjen voimakkaiden tunneilmaisujen havaitseminen, ja esimerkiksi vauvan surun ilmaisuihin vastaaminen, on keskeinen osa sensitiivistä vanhemmuutta.

#### **4.5. Johtopäätökset**

Tässä tutkimuksessa tarkastelimme kasvojen iän ja tunneilmaisun vaikutuksia ERP-vasteisiin pienten lasten äideillä. Kasvojen iällä havaittiin olevan vaikutusta äitien EPN-vasteisiin. Tutkittavien EPN-vasteet olivat voimakkaampia vauvojen kuin aikuisten kasvokuviin. Näyttääkin siltä, että äidit kohdentavat tarkkaavaisuutensa aikuisten kasvoja herkemmin vauvan kasvoihin. N170-vasteeseen kasvojen iällä ei havaittu olevan vaikutusta. Kasvojen tunneilmaisulla puolestaan oli vaikutusta äitien EPN- ja N170-vasteisiin; vasteet olivat voimakkaampia surullisiin kuin iloiseihin kasvoihin. Sekä EPN- että N170-vasteet olivat voimakkaimmillaan vauvan surullisten kasvojen yhteydessä. Tämän tutkimuksen tulokset tukevatkin aikaisempien tutkimusten havaintoja siitä, että äidit ovat erityisen sensitiivisiä vauvojen ahdistuneille tunneilmaisuille.

Tutkimuksessa tarkasteltiin lisäksi intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksia kasvojen havaitsemiseen. Intranasaalisen oksitosiinin havaittiin voimistavan EPN-vastetta ja hieman heikentävän N170-vastetta. Kasvojen iän yksin ei havaittu vaikuttavan siihen, kuinka oksitosiini muovasi vasteita. Kasvojen iän ja tunneilmaisun havaittiin kuitenkin moderoivan intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksia. Aikuisten tunneilmaisut eivät muokanneet oksitosiinin vaikuttavuutta, mutta odotusten vastaisesti oksitosiini voimistamisen sijaan heikensi EPN- ja N170-vasteita vauvan surullisiin kasvoihin. Onkin mahdollista, että äideillä vauvan surulliset tunneilmaisut nostavat niin voimakkaasti heidän virittyneisyyttään, että oksitosiinin tehtävä on vaimentaa reaktiota ja tukea tätä kautta sensitiivistä vanhemmuutta sekä vanhemman kykyä jaksaa vauvan negatiivisia tunneilmaisuja.

Tässä tutkimuksessa tarkastelimme myös äidin omaa vanhempisuhdetta sen taustalla, millaisia vaikutuksia intranasaalisella oksitosiinilla on kasvojen ja niillä ilmaistujen tunteiden havaitsemiseen. Havainto siitä, että matalan välttelevän ja ahdistuneen kiintymyksen omaavilla tutkittavilla oksitosiini jopa heikensi vasteita, oli yllättävä, ja tulevaisuudessa aiheesta olisikin tärkeää saada lisää tietoa. Hyödyllistä olisi tutkia turvottomasti kiintyneitä vanhempia ja intranasaalisen oksitosiinin mahdollisia vaikutuksia heidän tapansa havaita vauvojen

emotionaalisia signaaleja. Haasteet vanhemman ja lapsen välisessä suhteessa siirtyvät usein sukupolvien yli; näin ollen onkin erittäin tärkeää saada tutkimustietoa siitä, voisiko oksitosiinihormoni helpottaa kiintymyssuhteen muodostumista ja vuorovaikutussensitiivisyyttä vanhemmilla, joiden oma kiintymyssuhde ei ole ollut turvallinen. Ongelmallista tällä hetkellä on, että tutkimustulokset viittaavat siihen, että oksitosiinin myönteiset vaikutukset esiintyisivät erityisesti niillä vanhemmilla, joilla on jo valmiiksi paremmat lähtökohdat vanhemmuuteen (Bakermans-Kranenburg ym. 2012). Näin ollen tulevaisuudessa olisikin tärkeää pohtia, millaista hyötyä oksitosiini voi tarjota varhaiselle vuorovaikutukselle, mikäli se ei vaikuta vanhempiin, jotka eniten tarvitsisivat tukea vanhemmuudelleen.

Vaikka tässä tutkimuksessa keskityttiin yksilöllisten tekijöiden osalta ainoastaan tutkittavien omaan äitisuhteeseen, on myös paljon muita oksitosiinin vaikutuksia mahdollisesti moderoivia tekijöitä, joiden tutkiminen on tärkeää. Tällaisia tekijöitä ovat muun muassa tutkittavan mielenterveyden ongelmat, sosiaaliset taidot ja hänen kiintymyssuhteensa omaan lapseensa. Tutkimustieto taustatekijöistä, jotka muovaavat oksitosiinin vaikutuksia, on tärkeää, sillä on mahdollista, että joidenkin taustatekijöiden vuoksi oksitosiinin vaikutukset voivat olla myös negatiivisia. Oikein kohdennettuna oksitosiini voi kuitenkin mahdollisesti tukea vanhemmuutta tarjoamalla helpotusta esimerkiksi raskauden jälkeiseen masennukseen (Kim ym., 2014).

Äidit ovat jääneet oksitosiinitutkimuksissa erittäin vähän tutkituksi ryhmäksi, ja tulevaisuudessa tarvitaan ehdottomasti lisää oksitosiinitutkimuksia, joissa otos koostuu pienten lasten äideistä. Olisi virheellistä olettaa, että aikuisilta tutkittavilta saatuja oksitosiinitutkimusten tuloksia voitaisiin yleistää koskemaan pienten lasten äitejä. Varhaislapsuus on keskeinen ajanjakso vanhemman ja lapsen välisen kiintymyssuhteen muodostumiselle, ja näin ollen oksitosiinilla on erityinen merkitys juuri pienten lasten äitien tunteiden havaitsemiselle. Onkin täysin mahdollista, että oksitosiinihormonin vaikutukset pienten lasten äiteihin ovat erilaiset kuin muihin aikuisiin. Sen lisäksi, että tulevaisuudessa tarvitaan lisää äitejä koskevaa tutkimusta, tarpeen olisi myös vertailla intranasaalisen oksitosiinin vaikutuksia äideillä ja lapsettomilla aikuisilla saman tutkimuksen sisällä.

Oksitosiinihormonilla tiedetään olevan tärkeä rooli vanhemman hoivakäyttäytymisen taustalla, mutta se, millaisten prosessien kautta oksitosiinihormoni hoivakäyttäytymiseen vaikuttaa, vaatii edelleen lisää tutkimusta. Tässä tutkimuksessa olimme kiinnostuneita siitä, kuinka oksitosiini muovaa kasvojen ja kasvoilla näkyvien tunneilmaisujen havaitsemista, ja parantaako se erityisesti vauvan surullisten tunneilmaisujen havaitsemista. Tulevaisuudessa olisi tärkeää selvittää muita

prosesseja, joiden välityksellä oksitosiini tukee sensitiivistä vanhemmuutta. Esimerkiksi itkemisen on tarkoitus herättää vanhempi tuottamaan hoivaa, ja oksitosiini saattaakin mahdollisesti auttaa vanhempaa jaksamaan vauvan häiritseviä itkuääniä.

Sensitiivinen vanhemmuus on tärkeää lapsen emotionaaliselle, sosiaaliselle ja kognitiiviselle kehitykselle (Beckwith ym., 1999; Landry ym., 2000; Stams ym., 2002). Sensitiivisyydellä on näin ollen hyvin kokonaisvaltainen vaikutus lapsen hyvinvointiin sekä lapsuudessa että myöhemmin aikuisuudessa. Oksitosiinilla puolestaan tiedetään olevan tärkeä rooli sensitiivisen vanhemmuuden ja kiintymyssuhteen muodostumisen taustalla. Oksitosiinihormonilla voi näin ollen vanhemman välityksellä olla merkittäviä vaikutuksia lapsen kehitykselle ja hyvinvoinnille. Oksitosiinihormonilla voidaankin ajatella olevan monia mahdollisia käyttömahdollisuuksia esimerkiksi vanhemmuutta tukevissa interventioissa. Hormonista on kerrytettävä kuitenkin vielä runsaasti lisää tutkimustietoa ennen kuin oksitosiinia voidaan hyödyntää kliinisessä työssä.

## LÄHTEET

- Ainsworth, M. D., Blehar, M. C., Waters, E., & Wall, S. (1978). *Patterns of attachment: a psychological study of the strange situation*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Alley, T. R. (1981). Head shape and the perception of cuteness. *Developmental Psychology*, 17, 650–654.
- Bakermans-Kranenburg, M. J., van IJzendoorn, M. H., Riem, M. M. E., Tops, M., & Alink, L. R. A. (2012). Oxytocin decreases handgrip force in reaction to infant crying in females without harsh parenting experiences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7, 951–957.
- Bartels, A., & Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *NeuroImage*, 21, 1155–1166.
- Bartz, J. A., Zaki, J., Bolger, N., Hollander, E., Ludwig, N. N., Klevzon, A., & Ochsner, K. N. (2010a). Oxytocin selectively improves empathic accuracy. *Psychological Science*, 21, 1426–1428.
- Bartz, J. A., Zaki, J., Ochsner, K. N., Bolger, N., Klevzon, A., Ludwig, N., & Lydon, J. E. (2010b). Effects of oxytocin on recollections of maternal care and closeness. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 21371–21375.
- Beckwith, L., Cohen, S. E., & Hamilton, C. E. (1999). Maternal sensitivity during infancy and subsequent life events relate to attachment representations at early adulthood. *Developmental Psychology*, 35, 693–700.
- Belsky, J. (1997). Attachment, mating, and parenting: An evolutionary interpretation. *Human Nature*, 8, 361–381.
- Biringen, Z., Matheny, A., Bretherton, I., Renouf, A., & Sherman, M. (2000). Maternal representation of the self as parent: Connections with maternal sensitivity and maternal structuring. *Attachment and Human Development*, 2, 218–232.
- Born, J., Lange, T., Kern, W., McGregor, G. P., Bickel, U., & Fehm, H. L. (2002). Sniffing neuropeptides: A transnasal approach to the human brain. *Nature Neuroscience*, 5, 514–516.
- Bos, P. A., Hermans, E. J., Montoya, E. R., Ramsey, N. F., & van Honk, J. (2010). Testosterone administration modulates neural responses to crying infants in young females. *Psychoneuroendocrinology*, 35, 114–121.

- Bos, P. A., Montoya, E. R., Hermans, E. J., Keyser, C., & van Honk, J. (2015). Oxytocin reduces neural activity in the pain circuitry when seeing pain in others. *NeuroImage*, 113, 217–224.
- Brosch, T., Sander, D., Pourtois, G., & Scherer, K. R. (2008). Beyond fear: Rapid spatial orienting toward positive emotional stimuli. *Psychological science*, 19, 362–370.
- Campbell, A. (2010). Oxytocin and human social behavior. *Personality and Social Psychology Review*, 14, 281–295.
- Carmichael, M. S., Humbert, R., Dixen, J., Palmisano, G., Greenleaf, W., & Davidson, J. M. (1987). Plasma oxytocin increases in the human sexual response. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 64, 27 – 31.
- Carter, C.S. (1998). Neuroendocrine perspectives on social attachment and love. *Psychoneuroendocrinology*, 23, 779–818.
- Champagne, F., Diorio, J., Sharma, S., & Meaney, M. J. (2001). Naturally occurring variations in maternal behavior in the rat are associated with differences in estrogen-inducible central oxytocin receptors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 12736–12741.
- De Dreu, C. K. W. (2012). Oxytocin modulates the link between adult attachment and cooperation through reduced betrayal aversion. *Psychoneuroendocrinology*, 37, 871—880.
- De Dreu, C. K. W., Greer, L. L., Handgraaf, M. J. J., Shalvi, S., Van Kleef, G. A., Baas, M., Ten Velden, F. S., Van Dijk, E., & Feith, S. W. W. (2010). The neuropeptide oxytocin regulates parochial altruism in intergroup conflict among humans. *Science*, 328, 1408–1411.
- De Wolff, M. S., & van IJzendoorn, M. H. (1997). Sensitivity and attachment: A meta-analysis on parental antecedents of infant attachment. *Child Development*, 68, 571–591.
- Domes, G., Heinrichs, M., Michel, A., Berger, C., & Herpertz, S.C. (2007). Oxytocin improves “mind-reading” in humans. *Biological Psychiatry*, 61, 731-733.
- Domes, G., Lischke A., Berger, C., Grossmann, A., Hauenstein, K., Heinrichs M., Herpertz, S. C. (2010). Effects of intranasal oxytocin on emotional face processing in women. *Psychoneuroendocrinology*, 35, 83–93.
- Eimer, M., & Holmes, A. (2007). Event-related brain potential correlates of emotional face processing. *Neuropsychologia*, 45, 15–31.
- Emeny, R. T., Huber, D., Bidlingmaier, M., Reincke, M., Klug, G., & Ladwig, K. H. (2015). Oxytocin-induced coping with stressful life events in old age depends on attachment:

- Findings from the cross-sectional KORA age study. *Psychoneuroendocrinology*, 56, 132–142.
- Fabiani, M., Gratton, G., & Coles, M. G. H. (2000). Event-related brain potentials. Teoksessa J. Cacioppo, L. Tassinari, G. Bertson, *Handbook of Psychophysiology* (s. 53-84). New York: Cambridge University Press.
- Feldman, R., Gordon, I., Schneiderman, I., Weisman, O., & Zagoory-Sharon, O. (2010). Natural variations in maternal and paternal care are associated with systematic changes in oxytocin following parent-infant contact. *Psychoneuroendocrinology*, 35, 1133–1141.
- Feldman, R., Gordon, I., & Zagoory-Sharon, O. (2011). Maternal and paternal plasma, salivary, and urinary oxytocin and parent–infant synchrony: Considering stress and affiliation components of human bonding. *Developmental Science*, 14, 752–761.
- Feldman, R., Weller, A., Zagoory-Sharon, O., & Levine, A. (2007). Evidence for a neuroendocrinological foundation of human affiliation plasma oxytocin levels across pregnancy and the postpartum period predict mother-infant bonding. *Psychological Science*, 18, 965–970.
- Fraley, R. C., Heffernan, M. E., Vicary, A. M., & Brumbaugh, C. C. (2011). The experiences in close relationships – relationship structures questionnaire: A method for assessing attachment orientations across relationships. *Psychological Assessment*, 23, 615 – 625.
- Gamer, M., Zurowski, B., & Büchel, C. (2010). Different amygdala subregions mediate valence-related and attentional effects of oxytocin in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 9400–9405.
- Glocker, M. L., Langleben, D. D., Ruparel, K., Loughead, J. W., Gur, R. C., & Sachser, N. (2009). Baby schema in infant faces induces cuteness perception and motivation for caretaking in adults. *Ethology*, 115, 257–263.
- Gordon, I., Zagoory-Sharon, O., Leckman, J. F., & Feldman, R. (2010). Oxytocin and the development of parenting in humans. *Biological Psychiatry*, 68, 377–382.
- Grasso, D. J., Moser, J. S., Dozier, M., & Simons, R. (2009). ERP correlates of attention allocation in mothers processing faces of their children. *Biological Psychology*, 81, 95–102.
- Guastella, A. J., Einfeld, S. L., Gray, K. M., Rinehart, N. J., Tonge, B. J., Lambert, T. J., & Hickie, I. B. (2010). Intranasal oxytocin improves emotion recognition for youth with autism spectrum disorders. *Biological Psychiatry*, 67, 692–694.
- Guastella, A. J., Mitchell, P.B., & Dadds, M. R. (2008). Oxytocin increases gaze to the eye region of human faces. *Biological Psychiatry*, 63, 3–5.

- Guastella, A. J., Mitchell, P. B., & Mathews, F. (2008). Oxytocin enhances the encoding of positive social memories in humans. *Biological Psychiatry*, 64, 256–258.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends In Cognitive Sciences*, 4, 223–233.
- Heinrichs, M., Neumann, I., & Ehlert, U. (2002). Lactation and stress: Protective effects of breast-feeding in humans. *Stress*, 5, 195–203.
- Hillyard, S. A., & Anllo-Vento, L. (1998). Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95, 781–787.
- Hoffman, E. A., & Haxby, J. V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, 3, 80–84.
- Hurlemann, R., Patin, A., Onur, O. A., Cohen, M. X., Baumgartner, T., Metzler, S., Dziobek, I., Gallinat, J., Wagner, M., Maier, W., & Kendrick, K. M. (2010). Oxytocin enhances amygdala-dependent, socially reinforced learning and emotional empathy in humans. *The Journal of Neuroscience*, 30, 4999–5007.
- Van IJzendoorn, M. H., & Bakermans-Kranenburg, M. J. (2012). A sniff of trust: Meta-analysis of the effects of intranasal oxytocin administration on face recognition, trust to in-group, and trust to out-group. *Psychoneuroendocrinology*, 37, 438–443.
- Junghöfer, M., Bradley, M. M., Elbert, T. R., & Lang, P. J. (2001). Fleeting images: A new look at early emotion discrimination. *Psychophysiology*, 38, 175–178.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neuroscience*, 17, 4302–4311.
- Kim, S., Soeken, T. A., Cromer, S. J., Martinez, S. R., Hardy, L. R., & Strathearn, L. (2014). Oxytocin and postpartum depression: Delivering on what's known and what's not. *Brain Research*, 1580, 219–232.
- Kirsch, P., Esslinger, C., Chen, Q., Mier, D., Lis, S., Siddhanti, S., Gruppe, H., Mattay, V. S., Gallhofer, B., & Meyer-Lindenberg, A. (2005). Oxytocin modulates neural circuitry for social cognition and fear in Humans. *The Journal of Neuroscience*, 25, 11489–11493.
- Kosfeld, M., Heinrichs, M., Zak, P. J., Fischbacher, U., & Fehr, E. (2005). Oxytocin increases trust in humans. *Nature*, 435, 673–676.
- Kringelbach, M. L., Lehtonen, A., Squire, S., Harvey, A. G., Craske, M. G., Holliday, I. E., Green, A. L., Aziz, T. Z., Hansen, P. C., Cornelissen, P. L., & Stein, A. (2008). A specific and rapid neural signature for parental instinct. *Plos One*, 3, e1664.



- Landry, S. H., Smith, K. E., Swank, P. R., & Miller-Locar, C. L. (2000). Early maternal and child influences on children's later independent cognitive and social functioning. *Child Development, 71*, 358–375.
- Lee, H.-J., Macbeth, A. H., Pagani, J. H., & Young, W. S. (2009). Oxytocin: The great facilitator of life. *Progress in Neurobiology, 88*, 127–15.
- Leppänen, J. M., Vogel-Falrey, V. K., Moulson, M. C., & Nelson, C. A. (2007). An ERP study of emotional face processing in the adult and infant brain. *Child Development, 78*, 232–245.
- Loup, F., Tribollet, E., Dubois-Dauphin, M., & Dreifuss, J.J. (1991). Localization of high-affinity binding sites for oxytocin and vasopressin in the human brain. An autoradiographic study. *Brain Research, 555*, 220–232.
- Loup, F., Tribollet, E., Dubois-Dauphin, M., Pizzolato, G., & Dreifuss, J.J. (1989). Localization of oxytocin binding sites in the human brainstem and upper spinal cord: An autoradiographic study. *Brain Research, 500*, 223–230.
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). The Karolinska Directed Emotional Faces – KDEF, *CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet*, ISBN 91-630-7164-9.
- Marsh, A. A., Yu, H. H., Pine D. S., Gorodetsky, E. K., Goldman, D., & Blair, R. J. (2012). The influence of oxytocin administration on responses to infant faces and potential moderation by OXTR genotype. *Psychopharmacology, 224*, 469–476.
- McCarthy, G., Puce, A., Gore, J. C., & Allison, T. (1997). Face-specific processing in the human fusiform gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience, 9*, 605–610.
- Meinischmidt, G., & Heim, C. (2007). Sensitivity to intranasal oxytocin in adult men with early parental separation. *Biological Psychiatry, 61*, 1109–1111.
- Naber, F., van IJzendoorn, M. H., Deschamps, P., Van Engeland, H., & Bakermans-Kranenburg, M. J. (2010). Intranasal oxytocin increases fathers' observed responsiveness during play with their children: A double-blind within-subject experiment. *Psychoneuroendocrinology, 35*, 1583–1586.
- Pearson, R. M., Lightman, S. L., Evans, J. (2009). Emotional sensitivity for motherhood: Late pregnancy is associated with enhanced accuracy to encode emotional faces. *Hormones and Behavior, 56*, 557–563.
- Pedersen, C. A., Caldwell, J. D., Walker C., Ayers, G., & Mason, G. A. (1994). Oxytocin activates the postpartum onset of rat maternal behavior in the ventral tegmental and medial preoptic areas. *Behavioral Neuroscience, 108*, 1163–1171.

- Peltola, M. J., Puura, K., Mononen, N., Lehtimäki, T., Yrttiaho, S., Proverbio, A. M., & Leppänen, J. M. (2014). Motherhood and oxytocin receptor genetic variation are associated with selective changes in electrocortical responses to infant facial expressions. *Emotion, 14*, 469–477.
- Peterson, N. N., Schroeder, C. E., & Arezzo, J. C. (1995). Neural generators of early cortical somatosensory evoked potentials in the awake monkey. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 96*, 248–260.
- Proverbio, A. M., Brignone, V., Matarazzo, S., Del Zotto, M., & Zani, A. (2006). Gender and parental status affect the visual cortical response to infant facial expression. *Neuropsychologia, 44*, 2987–2999.
- Proverbio, A. M., Riva, F., Martin, E., & Zani, A. (2010). Face coding is bilateral in the female brain. *Plos One, 5*.
- Proverbio, A. M., Riva, F., Zani, A., & Martin, E. (2011). Is it a baby? Perceived age affects brain processing of faces differently in women and men. *Journal of Cognitive Neuroscience, 23*, 3197–3208.
- Riem, M. M. E., Bakermans-Kranenburg, M. J., Pieper, S., Tops, M., Boksem, M. A. S., Vermeiren, R. R. J. M., van IJzendoorn, M. H., & Rombouts, S. A. R. B. (2011). Oxytocin modulates amygdala, insula, and inferior frontal gyrus responses to infant crying: A randomized controlled trial. *Biological Psychiatry, 70*, 291–297.
- Roos, A., Lochner, C., Kidd, M., van Honk, J., Vythilingum, B., & Stein, D. J. (2012). Selective attention to fearful faces during pregnancy. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry, 37*, 76–80.
- Savaskan, E., Ehrhardt, R., Schulz, A., Walter, M., & Schächinger, H. (2008). Post-learning intranasal oxytocin modulates human memory for facial identity. *Psychoneuroendocrinology, 33*, 368–374.
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A. I., Hamm, A. O. (2003a). Attention and emotion: An ERP analysis of facilitated emotional stimulus processing. *Neuroreport, 14*, 1107–1110.
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A. I., Hamm, A. O. (2003b). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychological Science, 14*, 7–13.
- Semlitsch, H., V., Anderer, P., Schuster, P., & Presslich, O. (1986). A solution for reliable and valid reduction of ocular artifacts applied to the P300 ERP. *Psychophysiology, 23*, 695–703.
- Stams, G. J., Juffer, F., & van IJzendoorn, M. H. (2002). Maternal sensitivity, infant attachment, and temperament in early childhood predict adjustment in middle childhood: The case

- adopted children and their biologically unrelated parents. *Developmental Psychology*, 38, 806–821.
- Stark, R., Schienle, A., Walter, B., Kirsch, P., Sammer, G., Ott, U., Blecker, C., & Vaitl, D. (2003). Hemodynamic responses to fear and disgust-inducing pictures: An fMRI study. *International Journal of Psychophysiology*, 50, 225–234.
- Strathearn, L., Li, J., Fonagy, P., & Montague, P. R. (2008). What's in a smile? Maternal brain responses to infant facial cues. *Pediatrics*, 122, 40–51.
- Van Strien, J. W., De Sonnaville, L. M. J., & Franken, I. H. A. (2010). The late positive potential and explicit versus implicit processing of facial valence. *NeuroReport*, 21, 656–661.
- Stuebe, A. M., Grewen, K., & Meltzer-Brody, S. (2013). Association between maternal mood and oxytocin response to breastfeeding. *Journal of Women's Health*, 22, 352–361.
- Thompson-Booth, C., Viding, E., Mayes, L. C., Rutherford, H. J. V., Hodsoll, S., & McCror, E. J. (2014). Here's looking at you, kid: Attention to infant emotional faces in mothers and non-mothers. *Developmental Science*, 17, 35–46.
- Voorthuis, A., Riem, M. M., van Ijzendoorn, M. H., & Bakermans-Kranenburg, M. J. (2014). Reading the mind in the infant eyes: Paradoxical effects of oxytocin on neural activity and emotion recognition in watching pictures of infant faces. *Brain Research*, 1580, 151–159.
- Waller, C., Wittfoth, M., Fritzsche, K., Timm, L., Wittfoth-Schardt, D., Rottler, E., Heinrichs, M., Buchheim, A., Kiefer, M., & Gündel, H. (2015). Attachment representation modulates oxytocin effects on the processing of own-child faces in fathers. *Psychoneuroendocrinology*, 62, 27–35.
- Weisman, O., Feldman, R., & Goldstein, A. (2012). Parental and romantic attachment shape brain processing of infant cues. *Biological Psychology*, 89, 533 – 538.
- Wittfoth-Schardt, D., Gründing, J., Wittfoth, M., Lanfermann, H., Heinrichs, M., Domes, G., Buchheim, A., Gündel, H., & Waller, C. (2012). Oxytocin modulates neural reactivity to children's faces as a function of social salience. *Neuropsychopharmacology*, 37, 1799–1807.
- Zeifman, D. M. (2001). An ethological analysis of human infant crying: Answering Tinbergen's four questions. *Developmental Psychobiology*, 39, 265–285.